

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА имени А. Н. БЕКЕТОВА

С. С. ДУШКИН
А. Н. КОВАЛЕНКО

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГОРОДСКИХ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. С. С. Душкина

Харьков
ХНУГХ им. А. Н. Бекетова
2018

УДК 628.147(075)

Д86

Авторы:

Душкин Станислав Сергеевич, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Коваленко Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент

Рецензенты:

А. А. Ткачук, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой городского строительства и хозяйства Национального университета водного хозяйства и природопользования (г. Ровно);

В. И. Сокольник, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения Запорожской государственной инженерной академии

*Рекомендовано на заседании Ученого совета Харьковского
национального университета городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,
протокол № 10 от 3 марта 2017 г.*

У навчальному посібнику розглянуто основні положення з експлуатації міських мереж водовідведення. Висвітлено досвід водопровідно-каналізаційних господарств України в області експлуатації мереж водовідведення, викладено методи проведення основних ремонтних робіт, наведено приклади їх виконання та обробки даних натурних вимірювань. Розкрито питання надійності й техніки безпеки під час експлуатації каналізаційних мереж.

Душкин С. С.

Д86 Эксплуатация городских водоотводящих сетей : учеб. пособие /
С. С. Душкин, А. Н. Коваленко ; под общ. ред. С. С. Душкина ;
Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ
им. А. Н. Бекетова, 2018. – 180 с.

В учебном пособии рассмотрены основные положения по эксплуатации городских сетей водоотведения. Рассмотрен опыт водопроводно-канализационных хозяйств Украины в области эксплуатации сетей водоотведения, изложены методы проведения основных ремонтных работ, приведены примеры их выполнения и обработки данных натурных измерений. Раскрыты вопросы надежности и техники безопасности при эксплуатации канализационных сетей.

УДК 628.147(075)

© С. С. Душкин, А. Н. Коваленко, 2018

© ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	5
1 Характеристика подземных сетей города	7
Контрольные вопросы	17
Тестовые задания	17
2 Современное состояние канализационных трубопроводов	18
Контрольные вопросы	24
Тестовые задания	24
3 Задачи службы эксплуатации сетей канализации и её организация ...	25
Контрольные вопросы	33
Тестовые задания	33
4 Надежность работы канализационной сети и причины нарушения	34
Контрольные вопросы	45
Тестовые задания	46
5 Оценка факторов надежности и долговечности канализационных сетей	47
Контрольные вопросы	50
Тестовые задания	50
6 Влияние коррозионных условий среды на эксплуатационную надежность канализационных сетей	51
Контрольные вопросы	61
Тестовые задания	61
7 Коррозия бетонных канализационных трубопроводов под действием биологических факторов	62
Контрольные вопросы	76
Тестовые задания	77
8 Снижение воздействия биологической коррозии при эксплуатации канализационных трубопроводов	78
8.1 Подавление сульфатредукции	82
8.2 Воздействие на загазованность трубопроводов	93
8.3 Повышение коррозионной стойкости бетона труб	97
Контрольные вопросы	102
Тестовые задания	103
9 Техническая диагностика канализационных трубопроводов	105
Контрольные вопросы	109
Тестовые задания	109
10 Эксплуатация водоотводящей сети	110
10.1 Испытание канализационных сетей	110
10.2 Периодический осмотр сети	112
10.3 Профилактическая прочистка сети	116
10.4 Ликвидация засоров на водоотводящей сети	125

10.5 Аварийно-восстановительные работы на водоотводящей сети ...	128
10.6 Особенности эксплуатации коллекторов глубокого заложения ...	130
10.7 Текущий и капитальный ремонты сети	131
10.8 Ликвидация аварий на канализационной сети	132
Контрольные вопросы	136
Тестовые задания	137
11 Эксплуатация водосточной сети	140
11.1 Загрязнения водосточной сети	140
11.2 Очистка водосточной сети	144
11.3 Зимнее содержание водосточной сети	148
11.4 Прогрев водосточной сети	152
11.5 Пропуск весенних паводковых вод	154
11.6 Летнее содержание водосточной сети	155
11.7 Аварийно-восстановительные работы на водосточной сети	159
Контрольные вопросы	163
Тестовые задания	163
12 Техника безопасности при эксплуатации канализационных сетей	165
Контрольные вопросы	176
Тестовые задания	176
Список использованных источников	178

ВВЕДЕНИЕ

Канализационные сети, являясь системами жизнеобеспечения, представляют значительную часть народного достояния Украины, имеют протяженность около 33,5 тыс. км и оцениваются в 4 млрд долларов. Реальная долговечность некоторых канализационных трубопроводов составляет всего 4–5 лет, что допустимо мало в сравнении с нормативными значениями срока службы в 25 лет для столь ответственных дорогостоящих сооружений. Рассматривая город как сложную систему, необходимо отметить несоответствие сроков службы ее элементов – канализационные сети – 25 лет, а городские здания в зависимости от степени их капитальности – 50, 75, 100 и более лет. Это несоответствие в совокупности с многочисленными отказами во время эксплуатации канализационных сетей являются причиной нарушения нормальной жизнедеятельности людей, городского ландшафта, загрязнения окружающей среды, перерасхода материальных и энергетических ресурсов.

Исходя из современных представлений, надежность работы водоотводящих сетей в значительной степени зависит от их статической устойчивости под влиянием внешних нагрузок и свойств эксплуатационных сред.

Чтобы обеспечить надежную работу канализационной сети в течение длительного времени и поддерживать сеть в исправном состоянии, нужно в процессе её эксплуатации своевременно и планомерно осуществлять ряд технических мероприятий (осмотр сети, её профилактическую прочистку, устранение случайных засоров, текущий ремонт и т. д.).

Повышение надежности работы канализационной сети, снижение стоимости её эксплуатации, сокращение сроков проведения работ зависят не только от улучшения качества проектирования, строительства и эксплуатации сети, но и от повышения культуры пользования внутренними канализационными устройствами населением и персоналом промышленных предприятий.

Для улучшения эксплуатации наружной канализационной сети необходимо максимально механизировать основные и вспомогательные процессы, использовать не только отдельные виды оборудования и машин, а целые их комплексы. Кроме того, необходимо централизованное заводское изготовление оборудования и приспособлений.

Немалую роль в эксплуатации канализационной сети играют диспетчерская работа, инвентаризация и паспортизация сооружений, а также контроль за использованием внутренней канализацией.

В учебном пособии изложен опыт работы водопроводно-канализационных хозяйств Украины по эксплуатации водоотводящих сетей.

При этом авторы не только обобщают и систематизируют материалы, но и широко используют собственные исследования по рассматриваемым в пособии вопросам.

Пособие предназначено для студентов 4–5 курсов строительных вузов, которые готовят специалистов в области водоснабжения, канализации, рационального использования и охраны водных ресурсов.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ СЕТЕЙ ГОРОДА

В настоящее время городская территория невозможна без наличия инженерной инфраструктуры, которая представляет собой региональный межотраслевой комплекс по производству инженерной продукции – силовой и тепловой энергии, воды необходимого качества – с подачей этой продукции по передаточным (трубопроводным или линейным) системам потребителям конкретной территории, а также с отводом используемой воды (стоков) с городской территории с последующей очисткой ее перед сбросом в водоем.

Инженерное оборудование населенных мест, представляющее собой комплекс технических устройств, предназначено для обеспечения комфортных условий быта и трудовой деятельности населения, работы коммунальных и промышленных предприятий. Инженерное оборудование для благоустройства городов и других населенных пунктов предусматривается независимо от численности населения, климатических, географических и других условий. Оно включает в себя системы водо-, тепло-, электро- и газоснабжения, канализации, связи, освещения, санитарной очистки и других видов благоустройства.

Инженерные сети прокладывают преимущественно по улицам и дорогам, в поперечных профилях которых предусматривают места для укладки сетей различного назначения. Так, на полосе между красной линией и линией застройки укладывают кабельные сети (силовые, связи, сигнализации, диспетчеризации); под тротуарами – тепловые сети или проходные каналы; на разделительных полосах – водопровод, газопровод и хозяйственно-бытовую канализацию. При ширине улиц в пределах красных линий 60 м и более прокладку подземных сетей проектируют по обеим сторонам улиц. Размещение подземных сетей по отношению к зданиям, сооружениям и зеленым насаждениям, а также их взаимное расположение должны исключать возможность подмыва фундаментов зданий и сооружений, повреждения находящихся близко сетей и зеленых насаждений, должны обеспечивать возможность ремонта сетей без затруднения движения городского транспорта.

Классификация городских инженерных сетей:

- 1) трубопроводы;
- 2) кабельные сети;
- 3) тоннели (общие коллекторы).

К первой группе относятся сети водоснабжения и газоснабжения, водоотведения (разных систем), теплофикации, а также специальные сети промышленных предприятий (нефтепроводы, паропроводы и пр.). Ко второй – сети сильных токов высокого и низкого напряжений (для освещения, электро-

транспорта) и сети слабого тока (телефонные, телеграфные, радиовещания и пр.); к третьей – тоннели (коллекторы), предназначенные для совместного размещения сетей различного назначения.

В свою очередь, трубопроводы подземных сетей можно условно разделить на транзитные, разводящие и внутриквартальные (дворовые).

Транзитные сети обслуживают город и его отдельные районы или промышленные предприятия. Диаметры трубопроводов транзитных сетей больше, чем диаметры трубопроводов разводящих сетей. Последние обслуживают кварталы и группы домов. Они являются необходимым подземным сооружением для каждой улицы города. Внутриквартальные (дворовые) сети обслуживают отдельные здания, размещенные в квартале. Их прокладывают в пределах территории квартала, двора.

Водопроводная сеть состоит из трубопроводов, преимущественно металлических (стальных или чугунных), различных размеров (в зависимости от назначения). Малые диаметры имеет разводящая уличная сеть с вводами к потребителям (абонентам), большие – магистрали, распределяющие воду по отдельным районам, и транзитные водоводы, передающие воду от водоприемных сооружений, очистных или насосных станций.

Вода в водопроводной сети находится под давлением, иногда значительным. На этой сети, помимо колодцев с распределительными задвижками и другой арматурой, расположены пожарные гидранты (на расстоянии до 100 м друг от друга).

В таблице 1.1 приведены расстояния между инженерными сетями и сооружениями, а в таблице 1.2 – между отдельными видами инженерных сетей. При возможности соблюдения принимаются меры, исключающие аварийные ситуации на инженерных сетях. Так, уменьшение расстояния между тепловыми сетями и электрокабелями допустимо при устройстве такой теплоизоляции, при которой дополнительный нагрев грунта в любое время года не превышал бы $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ для кабелей напряжением до 10 кВ и $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ для кабелей напряжением до 110 кВ.

В таблице 1.2 расстояние между прокладываемыми параллельно линиями водопровода и напорной канализации приведено в пределах 0,7–1,5 м. Выбор конкретного расстояния между трубопроводами зависит от их диаметра: при $D < 300\text{ мм}$ расстояние принимается равным 0,7 м, при $D = 400\text{--}1000\text{ мм}$ – 1 м и при $D > 1000\text{ мм}$ – 1,5 м.

Пересечение трубопроводов с железнодорожными, трамвайными путями и автодорогами, как правило, допускается под углом 90° . При соответствующем обосновании можно уменьшить угол пересечения до 45° в случаях, когда пересекаются водные преграды, автомобильные дороги, трамвайные пути,

отдельные здания и сооружения и до 60°, когда пересекаются сооружения, метрополитена и железных дорог. При подземном пересечении инженерными сетями железных дорог устанавливаются следующие наименьшие расстояния по горизонтали в свету:

- до стрелок и крестовин железнодорожного пути и мест присоединения отсасывающих кабелей электрифицированных дорог – 10 м;
- до стрелок и крестовин железнодорожного пути при пучинистых грунтах – 20 м;
- до мостов, труб, тоннелей и других искусственных сооружений на железных дорогах – 20 м.

Прокладку инженерных сетей при подземном пересечении железных и автомобильных дорог, трамвайных путей и линий метрополитена можно осуществлять:

- в каналах при возможности производства строительно-монтажных работ и ремонтных работ открытым способом;
- в футлярах при невозможности производства работ открытым способом, длине пресечения до 40 м и возможности обеспечения, прямых участков трассы длиной 10–15 м по обе стороны от пересечения;
- в тоннелях – в остальных случаях, а также при заглублении от поверхности земли до перекрытия канала (футляра) $\geq 2,5$ м.

Расстояния в плане от обреза футляра, а в случае устройства в конце футляра колодца – от наружной поверхности стены колодца – устанавливаются следующие: при пересечении железных дорог – 8 м от оси крайнего пути, 5 м от подошвы насыпи и 3 м от бровки и от крайних водоотводных сооружений (кюветов, напорных канав, лотков и дренажей).

При пересечении автомобильных дорог – 3 м от бровки земляного полотна или от подошвы насыпи, бровки вышки, бровки нагорной канавы или от другого водоотводного сооружения.

Внутренний диаметр футляра при прокладке линий водо-, теплопроводов и канализации принимается на 200 мм больше наружного диаметра прокладываемого (рабочего) трубопровода или наружного диаметра теплоизоляции на тепловых сетях.

При пересечении газовых сетей другими сетями на последних на расстоянии до 15 м предусматриваются устройства для отбора проб на утечку газа. В ближайших пересечениях искусственных и естественных препятствий колодцах и камерах устанавливают запорную арматуру, а также устройства для спуска воды из рабочих трубопроводов, каналов, футляров и тоннелей.

Таблица 1.1 – Данные размещения инженерных сетей в плане относительно инженерных устройств и сооружений

Сети	Расстояние, м, в плане до					
	фундаментов зданий и сооружений путепроводов и тоннелей	ограждений опор контактной сети и связи	оси крайнего пути		бортовых каменных тротуаров и дорог	наружной бровки кювета или до подошвы насыпи (улицы, дороги)
			железной дороги (колея 1520 мм), но не менее глубины траншеи до подошвы и бровки насыпи	трамвая		
Водопровод и напорная канализация	0,5	1,5	4,0	2,8	2,0	1,0
Самотечная канализация (бытовая и дождевая)	3,0	3,0	4,0	2,8	1,5	1,0
Дренажная	3,0	3,0	4,0	2,8	1,5	1,0
Газопровод давлением до 0,005 МПа	2,0	1,0	3,8	2,8	1,5	1,0
Тепловые сети при бесканальной прокладке	5,0	1,5	4,0	2,8	1,5	1,0
Кабели силовые	0,6	0,6	3,2	2,8	1,5	1,0

Таблица 1.2 – Данные размещения инженерных сетей относительно друг друга

Сети	Расстояние, м, по горизонтали в свету до											
	водопровода	канализации (бытовой)	дренажной и дождевой канализации	газопровод давлением, МПа				кабелей силовых, кВ		кабелей линии связи	тепловых сетей	общих коллекторов
				до 0,005	0,005–0,3	0,3–0,6	0,6–1,2	до 35	35–110			
Водопровод	0,7–5,0	см. прим.	1,5	1,0	1,0	1,5	2,0	1,0	1,0	0,5	1,5	1,5
Канализация (бытовая)	см. прим.	0,4	0,4	1,0	1,5	2,0	5,0	1,0	1,0	0,3	3*	2,0
Дренажи и дождевая канализация	1,5	0,4	0,4	1,0	1,5	2,0	5,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,5
Газопроводы давлением до 0,005 МПа	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0
Кабели силовые до 35 кВ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	0,1–0,5	0,5	0,5	2,0	2,0
Кабели силовые до 110 кВ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	0,5	0,5	0,5	2,0	2,0
Кабели линии связи	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	-	1,0	1,0
Тепловые сети	1,5	3*/1**	1,0	2,0	2,0	2,0	4,0	2,0	2,0	1,0	-	2,0
Общие коллекторы	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	4,0	4,0	2,0	2,0	1,0	2,0	-

* – при бесканальной прокладке; ** – при канальной прокладке.

Примечания:

1. При параллельной прокладке водоводов питьевой воды и канализации расстояние между ними должно быть не менее 1,5 м при диаметре водопроводной линии $D \leq 200$ мм и не менее 3 м при $D > 200$ мм, на этих участках водопровод монтируется из стальных труб.

2. При параллельной прокладке в одной траншее двух и более водопроводов расстояние между ними в свету должно быть: для труб $D \leq 300$ – не менее 0,4 м, для труб $D > 300$ мм – не менее 0,5 м.

3. Расстояние от бронированных кабелей связи до газопроводов принимается равным 1 м.

4. При диаметре труб водопровода $D \leq 300$ мм расстояние между ними и кабелями связи принимается не менее 1 м.

5. Конкретные расстояния между водопроводными линиями в зависимости от диаметра и материала трубопроводов, а также от вида грунтов установлены ДБН В.2.5-74:2013.

При подземной укладке инженерных сетей должны соблюдаться определенные расстояния не только в горизонтальной, но и в вертикальной плоскости как между сетями и сооружениями, так и между самими сетями.

Трубопроводы, транспортирующие хозяйственно-питьевую или сточную воду бытового либо производственного происхождения, северных и центральных районов Украины прокладывают с учетом глубины промерзания и температуры транспортируемой воды. В южных районах Украины глубина заложения трубопроводов определяется действием внешних нагрузок от транспорта и возможности нагревания воды в трубопроводах в летнее время. С учетом этих воздействий наименьшая глубина заложения принимается не менее 0,5 м. Кроме этого, глубина заложения трубопроводов зависит и от санитарных требований. Так, водопроводы с водой хозяйственно-питьевого назначения всегда размещаются выше канализационных трубопроводов и трубопроводов, по которым перекачиваются ядовитые жидкости и жидкости с неприятным запахом. Расстояние в свету между названными трубопроводами должны быть не менее 0,4 м.

Водопроводные линии допускается прокладывать ниже канализационных линий, при соблюдении следующих условий:

- водопроводные линии должны быть выполнены из стальных труб;
- трубы водопровода необходимо заключать в футляры, при этом расстояние от стенок канализационных труб до обреза футляра должно составлять не менее 5 м в глинистых грунтах и менее 10 м в песчаных, гравелистых и других крупнообломочных грунтах;
- канализационные трубопроводы в местах пересечения следует прокладывать из чугунных труб;
- допускается прокладка водопроводных вводов диаметром до 150 мм ниже канализационных без устройства футляров, если расстояние в свету между трубопроводами не более 0,5 м;
- тепловоды открытых систем теплоснабжения и горячего водоснабжения можно прокладывать ниже или выше канализационных сетей, если расстояние между ними не менее 0,4 м.

Расстояние между трубопроводами различного назначения принимают равным 0,2 м за исключением, как отмечалось ранее, водопроводов, пересекающихся с канализацией и трубопроводами ядовитых жидкостей и жидкостей с неприятным запахом.

Силовые кабели связи прокладывают, как правило, выше трубопроводов, при соблюдении следующих расстояний:

- между силовыми кабелями до 35 кВ и кабелями связи и трубопроводами – 0,5 м;
- между силовыми кабелями 110–220 кВ и трубопроводами – 1 м.

Прокладка трубопроводов и электрокабелей под железнодорожными и трамвайными путями, считая от подошвы рельса, или под автодорогами, считая до верха перекрытия проезжей части, до верха трубы, футляра или электрокабеля осуществляется на глубине 1 м при открытом способе производства работ и на глубине 1,5 м – при закрытом (продавливании, горизонтальном бурении или щитовая проходка).

В городских микрорайонах предусматриваются все основные виды современного инженерного оборудования и благоустройства: водопровод, канализация, централизованное теплоснабжение, горячее водоснабжение, телефон, радио, газоснабжение и др.

Прокладка названных сетей в микрорайонах может осуществляться их совместным размещением в полупроходных каналах, совместным размещением магистральных сетей и сборных линий канализации в полупроходных каналах под зданием, в подвалах зданий или рядом со зданиями, в траншеях. Выбор схемы прокладки инженерных сетей в микрорайонах зависит от рельефа и планировочных решений. В отдельных случаях можно одновременно применять различные приемы прокладки инженерных коммуникаций.

При совместной прокладке полупроходных каналов размещают такие инженерные сети, как водопровод, трубопроводы, канализацию, поливочный водопровод и водопровод горячей воды. Газопроводы и низковольтные электрокабели рекомендуется прокладывать отдельно в самостоятельных траншеях. Это связано со следующими обстоятельствами:

1. Совместная прокладка в каналах электрокабелей и трубопроводов рентабельна лишь на участках, где их трассы совпадают. Устройство специальных каналов только для прокладки кабелей не рекомендуется, так как это приводит к значительному удорожанию электрических сетей. Рытье же неглубоких траншей не вызывает особых затруднений.

2. Прокладка газовых сетей совместно с другими инженерными коммуникациями допускается только при условии устройства проходных каналов, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, что значительно повышает стоимость строительства.

3. Каналы под зданиями проектируют с таким расчетом, чтобы для одной из стенок канала можно было использовать фундамент здания, а для перекрытия – половину первого этажа. Такое решение значительно снижает стоимость устройства каналов. Кроме того, в целях снижения стоимости следует стремиться к тому, чтобы большая часть сетей трассировалась в подвалах зданий и в каналах под ними.

Особое внимание следует уделять санитарным требованиям при проектировании канализационных сетей в полупроходных каналах под зданиями, в

подвалах зданий и так далее. Для этого необходимо выполнение следующих условий:

- каналы не должны иметь выходов из жилых и подсобных помещений зданий;
- трубопроводы канализации нужно выполнять из напорных неметаллических труб (асбестоцементных, пластмассовых) с соблюдением полной герметичности соединений;
- устройство для прочистки канализационных линий следует выносить за пределы зданий;
- приточную вентиляцию канализационных сетей необходимо устраивать, устанавливая вентиляционные решетки с наружной стороны цоколя дома;
- трубопроводы теплоснабжения, горячего водоснабжения и водопровода нужно укладывать из стальных труб на сварке с гидравлическим испытанием на повышенное давление;
- запорную и другую арматуру на водо- и теплопроводных сетях следует выносить за пределы канала.

Для прочистки и контроля работы канализационной сети на участках уложенных в земле устанавливают смотровые колодцы, а на участках, уложенных в каналах, проводят ревизии и прочистки.

Микрорайонная водопроводная сеть, прокладываемая в полупроходных каналах под зданиями, исключает устройство магистральной линии внутри домового водопровода. Стояки, разводящие воду по этажам, присоединены непосредственно к микрорайонной сети, что значительно снижает стоимость домового водопровода.

При прокладке сети в каналах для нескольких зданий (двух и более) делают один водопроводный ввод с установкой общего группового водосчетчика, что дает значительную экономию эксплуатационных расчетов.

По территории микрорайонов прокладывают противопожарные линии водопроводов с пожарными гидрантами. Эти линии трассируют вдоль проездов и основных пешеходных дорожек исходя из расчета противопожарной охраны всех зданий в радиусе 150 м. На них рекомендуется устанавливать пожарные гидранты на расстоянии не более 100 м один от другого.

Поливочный водопровод в микрорайонах проектируют для полива проездов, дорожек, площадок и зеленых насаждений. Радиус их обслуживания принимают равным до 40 м при длине шлангов 15–20 м. Линии поливного водопровода прокладывают в самостоятельных траншеях и неглубоко, так как его работа предусматривается только в летний период. В отдельных

случаях его можно укладывать и в каналах на глубине ниже глубины промерзания.

Теплопроводы чаще всего прокладывают в непроходных каналах, но могут проектироваться и в полупроходных каналах совместно с другими сетями.

Все сети в микрорайонах можно прокладывать отдельно в траншеях, как один из вариантов, сети водопровода, канализации и поливочного водопровода укладывают в траншеи, а сети теплоснабжения и горячего водоснабжения – в непроходные каналы и так далее.

Трубопроводы канализационной сети небольших диаметров (до 500 мм) выполняют из отдельных керамических, асбоцементных, бетонных или железобетонных труб. Коллекторы и каналы больших сечений (более 600 мм) сооружают преимущественно из сборного или монолитного железобетона. Металлические трубы (чугунные и стальные) применяют для строительства напорных линий; для самотечной сети их можно использовать лишь в отдельных случаях (для устройства дюкеров, туннелей, переходов и др.).

Канализационную сеть прокладывают ниже зоны промерзания грунта. При этом выпуски из зданий располагают на глубине не менее 1–1,5 м (в зависимости от климатических условий, а также с учетом присоединения подвальных помещений). Глубина заложения канализационных трубопроводов обычно составляет 2–6 м, иногда сети укладывают на глубину и более 12 м с применением бестраншейной прокладки методом щитовой проходки.

Водостоки представляют собой сооружения, по конструкции и назначению близкие к хозяйственно-фекальной канализационной сети. Для устройства водосточной сети используют керамические, асбестоцементные, бетонные и железобетонные трубы, а также монолитный железобетон. Трубопроводы большого диаметра раньше строились из кирпича. Диаметры круглых труб водосточной сети составляют 0,3–3,5 м, а сечения прямоугольных каналов, собранных из железобетонных элементов, имеют различные размеры (1,5 × 2; 2 × 2,3 м и др.). Водосточную сеть прокладывают на различных глубинах в зависимости от уровня промерзания почвы. При этом соблюдают необходимые продольные уклоны трубопроводов, обеспечивающие самотечное движение стоков.

Для приема в водосточную сеть атмосферных осадков служат дождеприемные колодцы с решеткой. На трассе сети через определенные участки предусматривают смотровые колодцы, а в местах выпуска воды из закрытых трубопроводов в открытые каналы или в реки устраивают специальные оголовки.

Дренажная сеть может быть глубокого (для понижения уровня грунтовых вод) и мелкого (для сбора атмосферных вод, проникающих в песчаное основание дорожного покрытия или поступающих с территорий зеленых насаждений) заложения. Для дренажной сети используют керамические, асбестоцементные и бетонные трубы диаметром 100–200 мм (дырчатые без заделки стыков).

В последнее время в районах новой застройки населенных пунктов распространена совмещенная прокладка подземных сетей в одном круглом или прямоугольном тоннеле-коллекторе (на различных высотах его поперечного сечения). Расстояние в плане и свету между различными сетями в этих случаях определяют специальными технологическими условиями и правилами, учитывающими особенности эксплуатации каждой коммуникации. При этом нужно помнить, что водосточную и канализационную сеть в общем коллекторе с другими инженерными сетями разместить практически невозможно, так как их укладывают в отличие от других коммуникаций, с продольными уклонами.

Характерно, что инженерные сети, положенные на близком расстоянии находятся в определенной взаимосвязи и влияют друг на друга. Например, из-за повреждения водопроводной сети, проходящей вблизи канализационной линии, может нарушиться целостность последней; не плотности в газопроводах способствуют прониканию опасных газов в соседние сооружения, в первую очередь в канализационные колодцы, трубопроводы и каналы тепловых сетей. Если сточные воды или водопроводные попадают на поверхность земли, они могут проникнуть в другие подземные коммуникации через люки колодцев или через камеры. Различные работы, производимые в одной из подземных сетей, могут вызвать повреждения соседних коммуникаций.

Однако в отдельных случаях взаимная близость расположения сетей, может иметь и отрицательные стороны. Например, воду из водопроводной сети используют для промывки канализационных трубопроводов, к электролинии подключают электродвигатели насосов, откачивающих сточные воды, или светильники для освещения места работы ночью. Водостоки можно использовать как дублеры канализационной сети для временного сброса в них сточных вод при авариях (в последующем трубы водостоков очищают от загрязнений и обеззараживают).

Функционирование систем инженерного оборудования тесно связано с природопользованием и состоянием окружающей среды. С одной стороны, из природного сырья вырабатывается инженерная продукция, а с другой – ее отходы, вторгаясь в природную среду, отрицательно воздействуют на природную среду, отрицательно воздействуют на жизнедеятельность человека. Поскольку на состояние гидрогеологической среды (земли) существенное

влияние оказывают передаточные устройства водохозяйственных систем, очень важной задачей является их правильная, грамотная эксплуатация, обеспечивающая надежность систем водоснабжения и водоотведения в соответствии с требованиями ГСанПиН 2.2.4–171–10.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Инженерное оборудование населенных пунктов.
2. Классификация городских и инженерных сетей.
3. Размещение водоотводящих сетей в плане города.
4. Прочность канализационных сетей.
5. Влияние глубины промерзания грунта на глубину заложения канализационных сетей.
6. Прокладка канализационной сети в микрорайонах города.
7. Санитарные требования к устройству городских водоотводящих сетей.
8. Особенности прокладки водоотводящих сетей.
9. Назначение дренажных канализационных сетей.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. Инженерное оборудование населенных пунктов это:
А. Комплекс технических устройств.
Б. Развлекательные мероприятия.
В. Инженерное оборудование для благоустройства городов.
2. Инженерные городские сети классифицируют на:
А. Тоннели. Б. Временки. В. Трубопроводы. Г. Воздушки.
3. Глубина заложения водоотводящих сетей составляет:
А. 2,5 м. Б. 4 м. В. 8 м. Г. 12 м.

2 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Канализационные сети являются неотъемлемой частью современного города, основная функция которых отведение образующихся сточных вод за пределы города. От степени их надежности и долговечности зависит нормальная жизнедеятельность людей, работоспособность предприятий и состояние окружающей среды.

В процессе эксплуатации канализационные сети подвержены отказам в работе, ликвидация которых в условиях сложившейся городской застройки требует отвлечения значительных материально-технических затрат и одновременно приводит к обострению санитарно-экологической обстановки. Поэтому вопросом долговечности и надежности канализационных коммуникаций уделяется особое внимание.

В градостроительной литературе указывается, что инженерное оборудование городов (в том числе канализационные сети) являются частью городской застройки, поэтому сроки их функционирования должны быть сопоставлены со сроками службы зданий. Для зданий различной капитальности они составляют 50, 75, 100 и более лет, а срок, на который проектируются канализационные сети, составляет всего 25 лет. По поводу расчетного срока при проектировании канализационных сетей в литературе имеются противоречивые указания: от 10 до 25 лет. И. А. Абрамовичем предложено срок действия канализации увязывать со сроком функционирования ее элементов. При этом важно знать долговечность и надежность канализационных сетей из различных материалов. Параметры, характеризующие надежность канализационных сетей, – долговечность и частота отказов от множества факторов.

По И. А. Абрамовичу долговечность зависит от материала труб, конструкции трубопроводов, заделки стыков и их типа, вида сточных вод, системы проветривания, глубины заложения. Частота отказов зависит от степени наполнения, скорости движения воды, диаметра труб, pH воды и ее качественного состава.

Выяснению причин низкой надежности и долговечности канализационных сетей за последние 60 лет было посвящено 3 своеобразных волны исследований: конец 30-х годов XX ст. (Е. С. Обухов), конец 50-х годов XX ст. (М. В. Молоков) и 80-е годы XX ст. (И. А. Абрамович и др.). Однако в перечисленных работах приводится констатация событий и приводятся общие соображения о надежности систем водоотведения, но отсутствуют количественные оценки надежности, чтобы определить реальные сроки службы сетей. Только В. Н. Родин и др. попытались установить законы распределения аварий

в зависимости от материала и диаметра труб. Анализ результатов исследований свидетельствует о различной долговечности труб из одного и того же материала: от нескольких лет до 80–100 лет. Это дает основания надеяться, что при учете всех неблагоприятных факторов при строительстве и проектировании канализационных сетей срок их службы будет соответствовать сроку службы зданий. Анализируя работы исследователей 30-х, 50-х, 80-х годов XX ст., можно отметить, что при качественном улучшении и индустриализации строительства канализационных сетей надежность и долговечность их возросла весьма незначительно. Хотя практические рекомендации из опыта обследований, несомненно, совершенствовали нормативную базу. Ни совершенствование нормативно-технической литературы, ни использование сульфатостойких цементов не смогли противостоять газовой коррозии трубопроводов. В последние 10–15 лет исследования газовой коррозии коллекторов в нашей стране проводятся весьма активно. Признается, что агрессивным агентом является газовая среда трубопроводов, содержащая кислород, сероводород, углекислый газ, метан, аммиак, пары ацетилена, бензина, эфира, бензола, горючих масел, толуола, окислы азота и др. Однако чаще всего в атмосфере коллектора подверженных коррозии фиксируется сероводород. Процесс образования сероводорода в канализационных сетях можно рассматривать как результат сложных химических и биохимических реакций.

Для сточных вод, движущихся по канализационным трубам, характерны гнилостные процессы. При этом возникают анаэробные условия и развиваются бактерии цикла серы. Некоторые специалисты считают, что они в основном присутствуют в слизистой биопленке на стенках канализационных труб и на их своде, по другим источникам бактерии цикла серы находятся в слое осадка, накапливающемся в лотковой части труб и в слизи, находящейся под водой. Сульфиды вырабатываются бактериями из ограниченных веществ в процессе преобразования сульфатов в сероводород. Поэтому исследователи считают, что величина БПК определяет возможное количество сероводорода, процесс образования которого активно протекает при $pH = 5,5–8,5$ и температуре $15–38\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом скорость воды играет немаловажную роль. Исследователи предложили зависимость для расчета скорости образования сульфида в напорных и самотечных трубопроводах. Эти зависимости определяют как геометрические размеры труб (их диаметры, длины), так и физические и химические параметры (время, температуру и скорость воды, содержание сульфидов и органики). Однако эти зависимости не имеют практического значения, так как получаемые расчетные результаты не соответствуют реальным данным. Учет дополнительных факторов позволяют

разработать математическую модель прогнозирования образования сероводорода в канализационных сетях.

Математическое моделирование и сопоставление результатов теоретических исследований с работами зарубежных ученых позволило авторам данного учебного пособия сформулировать общие рекомендации для конструирования канализационных трубопроводов, направленные на повышение их долговечности. А именно: минимизировать длины трубопроводов и время пребывания в них сточных вод, т. е. увеличить скорость движения воды, исключить септические условия в резервуарах, уменьшить турбулентность потока в местах подключения напорных трубопроводов к самотечным коллекторам, подкачку сточных вод на небольшую высоту эрлифтов, предусматривать возможность периодического смачивания водой всей поверхности коллектора.

Решение этих вопросов в практическом плане позволяет уменьшить коррозию бетона, которая происходит по общекислотной схеме под действием сероводородной или серной кислоты. Защита от коррозии может идти в нескольких направлениях: предотвращение или сведение к минимуму образование сероводорода, сведение к минимуму окисления сероводорода в серную кислоту; выбор строительных материалов и защитных покрытий, стойких к действию кислот, разжижения газовой среды за счет принудительной вентиляции.

Рекомендуется нанесение на бетон внутренних защитных покрытий, что по данным более экономично, чем использовать другие материалы для их изготовления. Химический состав грунтовых вод определяет степень их агрессивности к бетону труб и вид коррозии конструкции.

На период действия внутренних защитных покрытий оказывает влияние долговечность конструкции.

Он делает общий вывод о том, что для индустриально-развитых стран целесообразно разрабатывать долгосрочные проекты с высокой долей капитальных затрат. В связи с этим в зарубежной практике используются дорогие, но эффективные трубы из полимербетона и полимерных материалов, причем это заложено в нормативную базу.

Исследования в области полимерных полимербетонных материалов и разработанные на их основе технологии способны обеспечить долговечность трубопроводов в случае их применения. Однако их широкое использование сдерживается отсутствием регламентации нормативных документов по применению в канализационных сооружениях. Имеющийся опыт экспериментального использования таких материалов показал их высокую эффективность и технологичность. При этом разнообразие использованных материалов

не уступает зарубежным, это: кремнебетон, прессбетон, керамика, стеклопластиковые рукава, пластмассовые трубы и эпоксидные композиции.

Не оправдались надежды на использование биоцидных составов в покрытиях и бетонах на основе катапина – бактерицида, солей тяжелых металлов и оловоорганических соединений. В дозах, не ухудшающих качество строительного материала, они эффективны только в условиях слабоагрессивных сред.

Поэтому самым распространенным способом повышения долговечности канализационных сетей на сегодняшний день является вентиляция сети. Как оказалось, этот самый дешевый и простой способ защиты сетей оказался далеко не эффективным, а в отдельных случаях даже опасным как с экологической точки зрения (выброс в атмосферу токсических канальных газов и патогенной микрофлоры), так и в коррозионном отношении для самих коллекторов. И вопрос долговечности канализационных сетей вышел на первый план.

Как показали расчеты, естественная вентиляция эффективна только в зимний период при большой разнице температур наружного и канального воздуха. Принудительная же вентиляция, мало того, что энергоемка, нарушает нормальный поток воды, так как при скоростях воздуха, соизмеримых или превышающих скорость потока воды, нарушается его гидравлика. Наряду с вентиляцией сетей появились способы дегазации воды в специальных сооружениях с удалением сероводорода за пределы трубопровода, часто с использованием вентиляционных устройств. Их недостаток заключается в загрязнении атмосферного воздуха газом и незначительной эффективностью в работе.

Общеизвестно, что все характеристики объекта, его стоимость, сроки строительства, надежность и эксплуатационные показатели закладываются на стадии проекта. Качество проекта, в свою очередь, определяется уровнем нормативно-технической базы. В настоящее время основным регулирующим проектирование и строительство канализационных сетей документом является ДБН В.2.5-75:2013 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Однако по всем вопросам, связанным с надежностью и долговечностью сети, ссылаются на другой документ, ДБН Д.2.2-13-99 «Защита строительных конструкций от коррозии». Последний же не содержит раздела по канализационным трубопроводам, поэтому их защита регламентируется по аналогии с трубопроводами другого назначения. Поэтому единственным закрепленным нормативно в литературе способом является вентиляция сетей, которая эффективна только в ограниченном числе случаев. Специалистами высказывались критические замечания к уровню существующих норм по вопросам

гидравлической надежности сетей, что актуально и для надежности составляющих элементов.

Поддержание надежности сетей – ремонты, усиления, восстановления, санация, реанимация – по терминологии зарубежных специалистов, в подавляющем большинстве случаев базируется на устаревших технологиях с разрытием траншей и перекладкой трубопроводов на разрушенных участках. Перед развитыми зарубежными странами также стоит острая проблема поддержания работоспособности сетей, повышении их надежности и реконструкции. Разработанная в Германии на 10 лет программа, посвященная этой проблеме, оценивается в 86 млрд долл. Ее осуществление сопровождается разработкой новых и использованием существующих зарубежных технологий. При этом уделяется внимание технологиям диагностики сетей, прогнозированию их работоспособности и способам предотвращения повреждений. Для этого широко используются телеметрические роботизированные системы, специальное оборудование и оснастка. Суть технологии сводится к протаскиванию полимерных труб или отдельных элементов в поврежденный трубопровод и их закреплению на его внутренней поверхности. При этом используются полиэтиленовые трубы или рукава их полиэтилена, поливинилхлорида, тканевых, пропитанных смолами материалов. Закрепление осуществляется заполнением кольцевого межтрубного зазора цементными растворами либо эпоксидными смолами различных модификаций. Протаскивание рукавов осуществляется различными приемами в зависимости от диаметра труб с помощью пневмопробойников, избыточным давлением или вакуумом, тросами, полотнищами и т. д. Для каждой технологии имеются трубы и полимерные рукава с заданными специальными свойствами по упругости, эластичности, шероховатости, прочности. В отдельных случаях производство работ осуществляется даже без отключения коллектора. Диаметр восстанавливаемых трубопроводов бестраншейным способом находится в интервале 0,04–3,6 м, а долговечность гарантируется в 50 лет.

Отечественные технологии по своей идее аналогичны зарубежным, и используются крайне ограниченно из-за отсутствия необходимой материально-технической базы. Еще в 60-х годах были первые попытки футеровать поврежденные участки без разрытия с сужением сечения трубопровода короткими керамическими трубами. В начале 90-х годов во ВНИИ ВОДГЕО была создана установка и осуществлено восстановление ряда коммунальных трубопроводов диаметрами 200–400 мм с использованием полиэтиленовых труб. Более широкое применение нашел способ нанесения на внутреннюю поверхность труб цементно-песчаных покрытий. Однако использование

его для канализационных сетей остается под вопросом ввиду нестойкости покрытия к условиям агрессивной среды.

Завершая анализ состояния вопроса о надежности и долговечности канализационных сетей, можно отметить противоречия между существующим несовершенным нормативным обеспечением и потенциальными возможностями по реальному повышению надежности коммуникаций. Необходимо отметить, что для сформировавшихся канализационных сетей страны возникает острая проблема поддержки и повышения их надежности в условиях сложившейся городской застройки и задача создания современных, надежных и экологически безопасных канализационных коммуникаций со сроком службы, равным сроку эксплуатации здания.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Проблема надежности и долговечности канализационных трубопроводов является международной и актуальна на протяжении многих десятилетий.

2. Причины низкой надежности и долговечности трубопроводов в основном связаны с несоответствием коррозионной стойкости конструкционных материалов агрессивной эксплуатационной среды.

3. Агрессивность среды связывается с жизнедеятельностью микроорганизмов, а критериями ее агрессивности различные исследователи считают: концентрацию сероводорода в воздушной среде, сульфидов – в воде, химическую или биологическую потребность в кислороде, концентрацию микробных клеток на единицу поверхности конструкции. Общепринятый критерий отсутствует, и нормативные документы не содержат требований по оценке степени агрессивности среды и не регламентируют защиту от нее.

4. Способы защиты от микробиологического воздействия заключаются в использовании коррозионно-стойких кислотам материалов на основе полимеров, полиэтилена, поливинилхлорида или полимербетонов; в проведении водоподготовки – введение в нее окислителей типа жидкого кислорода, хлора, пероксида водорода; в применении вентиляции сетей. Последний способ самый распространенный в очистительной практике, так как только он рекомендуется отечественными строительными нормами.

5. Повышение срока службы существующих канализационных сетей до уровня сроков службы городских зданий зарубежными специалистами осуществляется за счет их усиления пленочными полимерными материалами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Назначение городской водоотводящей сети.
2. Долговечность и надежность работы городских водоотводящих сетей.
3. Газовая коррозия канализационных сетей.
4. Основы конструирования канализационных сетей.
5. Использование биоцидных составов при эксплуатации водоотводящих сетей.
6. Вентиляция канализационной сети.
7. Диагностика канализационных сетей.
8. Использование полиэтиленовых труб при устройстве водоотводящих сетей.
9. Способы защиты канализационных труб от воздействия бытовых сточных вод.
10. Повышение срока службы канализационных сетей.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. Расчетный срок проектирования водоотводящих сетей составляет:
А. 5 лет. Б. 10 лет. В. 20 лет. Г. 30 лет.
2. Долговечность водоотводящих сетей зависит от следующих факторов:
А. Увеличения скорости движения сточных вод.
Б. Периодического смачивания всей поверхности труб.
В. Увеличения степени наполнения канализационных труб.
3. Способы поддержания надежности водоотводящих сетей:
А. Ремонтные работы. В. Разрытие траншей.
Б. Санация. Г. Телеметрия.

3 ЗАДАЧИ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕТЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ И ЕЕ ОРГАНИЗАЦИЯ

Канализация – одна из главных отраслей жилищно-коммунального хозяйства Украины. На ее долю приходится значительная часть коммунальной собственности, и от того, на каком уровне названные системы будут эксплуатироваться, зависит решение не только экономических, но и социальных вопросов, непосредственно связанных с благосостоянием населения. Поэтому задачи службы эксплуатации сети водоотведения многообразны и разносторонни. Для их успешного выполнения этой службе необходимо в плановом порядке проводить систему мероприятий текущего (оперативного) и перспективного (рассчитанного на ряд лет) характера, различных по содержанию и назначению.

Наружная канализационная сеть в городах и рабочих поселках эксплуатируется специальными районами или участками в составе управления водопроводно-канализационного хозяйства или соответствующих отделов при городских и поселковых коммунальных органах. На промышленных предприятиях эксплуатацию канализационной сети осуществляют специальные службы, входящие в состав отдела главного энергетика или главного механика. Каждый район может обслуживать сеть протяженностью до 1000 км. В состав района могут входить производственные участки, обслуживающие сеть протяженностью до 100–150 км.

Структуру и штат службы сети водоотведения определяют в зависимости от объема работ (протяженности, характера сети и др.) и местных условий.

Далее приведены некоторые положения, характеризующие и уточняющие значение и особенность деятельности службы сети водоотведения.

Служба сети – основной орган канализационного хозяйства, ведающий системой удаления сточных вод с городской территории не только в части эксплуатации существующей канализационной сети, но и в вопросах ее развития, строительства новых линий и присоединений.

Без ведома, согласования и размещения службы сети не могут быть осуществлены ни строительство новых линий, ни присоединение промышленных и других предприятий или домовладений. Требования, предъявляемые службой сети водоотведения, обязательны для проектных и строительных организаций. Без согласования со службой сети канализации соответствующие городские учреждения (административная инспекция и др.) не выдают разрешения на производство работ по строительству и ремонту подземных сооружений, соседствующих с канализационными линиями.

Служба канализационной сети принимает участие в разработке вопросов развития городской канализаций, выдает задание на проектирование новой и реконструкцию старой сети, ведет надзор за строительством и принимает в эксплуатацию новые сооружения.

Служба сети контролирует строительство новых канализационных линий и принимает их в соответствии со строительными нормами и правилами.

В процессе контроля отмечается соответствие строительства утвержденным проектным условиям и чертежам, проверяются отметки, промежуточные акты на скрытые работы, данные лабораторных испытаний, журнал работ и другие документы.

Только сеть, уложенная с уклонами, обеспечивающими течение сточной воды с самоочищающейся скоростью, бездефектная, прямолинейная, между всегда доступными для осмотра колодцами и герметичная, позволит избежать значительных осложнений при ее эксплуатации.

Для обеспечения надлежащей эксплуатации служба сети должна иметь исполнительные чертежи всех канализационных сооружений по улицам или по проездам с указанием материала и размеров трубопроводов, камер, колодцев, глубин заложения, категории грунтов, арматуры в камерах или в колодцах с данными об их привязке к зданиям или к опорным пунктам.

Такие данные особенно необходимы при авариях зимой или в ночное время, когда ликвидация повреждений может затянуться на большой срок.

Техническая инвентаризация (учет) канализационной сети и сооружений на ней должна проводиться согласно существующим инструкциям.

Цель инвентаризации – определить количественный состав, техническое состояние и стоимость канализационной сети, разработать планы нового строительства и реконструкции, рассчитать ассигнования на эксплуатацию сооружений.

В первоначальные материалы инвентаризации должны периодически вноситься сведения о последующих изменениях.

Для наиболее полного изучения сооружения за время его службы очень важно составить технический паспорт. Паспортная система учета и изучения сооружения особенно ценна, если она ведется систематически по определенной методике и форме.

В паспорте должны отражаться: характеристика сооружения с начала его строительства (материалы, способы производства работ и др.), технико-экономические показатели, производство всех видов ремонта и выводы по работе сооружения в процессе эксплуатации.

Приложением к паспорту служит графический материал (планы, продольные и поперечные профили, геологические и конструктивные разрезы и т. д.).

Служба сети ведет систематические наблюдения за гидравлическим режимом работы сети для выявления районов или отдельных участков (интервалов) с наиболее неблагоприятными условиями, установления причин повреждения сети, появления опасных примесей, засоров или значительных отложений осадков, их характера и т. д. Она также ведет необходимые замеры и делает анализы, организуя при необходимости контрольно-измерительные пункты или станции (например, в крупных городах).

Служба сети, осуществляя контроль за соблюдением правил технической эксплуатации канализационных сооружений, находящихся на территории или в ведении пользующихся ими предприятий и ведомств, должна требовать от последних:

а) неукоснительно и полностью соблюдать Правила пользования коммунальными водопроводом и канализацией, а также другие указания, так как абоненты несут ответственность за сохранность и правильную эксплуатацию домовой, дворовой, внутриквартальной или внутриплощадочной сети, соединительных веток (если они не отнесены к городской сети), местных очистных сооружений и устройств;

б) регулярно производить осмотры и профилактическую промывку или прочистку сетей, а также срочно устранять засоры.

Абоненты обязаны беспрепятственно допускать представителей службы канализации, имеющих при себе соответствующие удостоверения, к осмотру всех канализационных сооружений, в том числе и приборов на внутридомовой сети, и оказывать им всяческое содействие при осмотре.

Одна из основных задач рациональной эксплуатации сетей канализации и водопровода – своевременное и доброкачественное проведение планово-предупредительного ремонта.

Ремонт сооружений должен производиться в порядке и в сроки, установленные Инструкцией по планово-предупредительным ремонтам на водопроводно-канализационных предприятиях.

Помимо организации основных эксплуатационных работ на сети, обеспечивающих бесперебойное и надежное снабжение потребителей водой и безотказную транспортировку сточных вод, служба сети осуществляет мероприятия, способствующие своевременному выполнению этих основных работ, а именно:

1) проводит количественный и качественный учет сетевого хозяйства – инвентаризацию и паспортизацию сооружений;

2) организует работу диспетчерской, обеспечивает круглосуточное оперативное руководство всеми эксплуатационными работами на сети;

3) проводит текущий ремонт сооружений.

Сложность работ по эксплуатации сети определяется не только размерами территории населенного пункта, но и плотностью застройки, рельефом местности, гидрогеологическими и грунтовыми условиями. Большое значение имеют материал и размеры трубопроводов, уложенных в разное время и на разные глубины, а также степень износа труб. Поэтому оптимальный режим работы сетей водоснабжения и водоотведения возможен тогда, когда эксплуатационный персонал располагает достоверными данными и сведениями об этих сетях и сооружениях на них, полученными в результате систематического, своевременного и квалифицированного учета и паспортизации.

Службы эксплуатации водопроводной и канализационной сети должны проводить постоянные наблюдения за гидравлическим режимом их работы. Это позволяет своевременно выявить районы или отдельные участки сети с наиболее неблагоприятными условиями по водоотбору и движению стоков. Служба сети должна требовать от абонентов надлежащего содержания ввода или выпуска водосчетчика, запорно-регулирующей арматуры, местных (заводских) очистных сооружений и устройств.

Одна из основных задач службы сети – организация диспетчерской службы, действующей согласно особым положениям, разрабатываемым применительно к местным условиям. Эта служба обеспечивает круглосуточное оперативное управление работой всего водопроводно-канализационного хозяйства населенного пункта.

В зависимости от организационной структуры водопроводно-канализационного хозяйства города и размеров водопроводной и канализационной систем диспетчерская служба может быть центральной или местной. Центральная диспетчерская, единая для водопровода и канализации или самостоятельная по хозяйствам, создается при управлениях и объединениях для городов с населением свыше 300 тыс. чел. Местные, подчиненные в оперативном отношении центральной, диспетчерские группы организуются на очистных сооружениях, насосных станциях, в службе сети. Самостоятельный диспетчерский пункт (по типу местной диспетчерской группы) может быть создан в небольших городах с правами центральной диспетчерской города.

Для своевременного разрешения оперативных вопросов диспетчерская должна иметь надежную связь со всем дежурным персоналом на отдельных сооружениях, а также со спецгруппами (аварийно-ремонтной и транспортной)

при наличии таковых. В распоряжении диспетчерской должны быть аварийно-ремонтные бригады и специальные аварийные автомобили, другие транспортные средства.

Диспетчерская находится в непосредственном подчинении начальника и главного инженера службы эксплуатации, штат диспетчерской, работающий непрерывно, должен состоять из трех сменных и одного старшего диспетчера и комплектоваться из инженерно-технических работников с большим производственным стажем работы.

Организация своевременной и быстрой ликвидации течей водоводов, засоров и аварий сети канализации в любое время суток – важнейшая задача диспетчерской работы.

В помещении диспетчерского пункта должны быть в наличии: комплект оперативных схем и чертежей всей водопроводно-канализационной сети; положение о диспетчерской с указанием прав и обязанностей дежурного диспетчера; правила технической эксплуатации сети и техники безопасности; ведомости (табеля) на механизмы, инструменты и инвентарь для различных видов эксплуатационных работ; список необходимых телефонов и адресов; журналы соответствующих форм для приема и сдачи дежурств, учета заявок, регистрации распоряжений или сообщений оперативного характера и т. д.

Дежурный диспетчер принимает заявки о нарушениях работы сетей водоснабжения и водоотведения, связанных с течами или с изливом сточных вод на поверхность земли, о разбитых крышках и поврежденных люках, колодцев и др.

При направлении аварийной бригады на трассу диспетчер выдает ей оформленные наряды на работу, проверяет состав бригады, наличие и исправность механизмов, инструментов, защитных средств.

Диспетчер должен иметь постоянную связь с бригадами на случай необходимости передачи им нового задания, оказания помощи дополнительным техническим снаряжением и рабочей силой, контроля за ходом восстановительных работ. Бригада по возвращении с трассы должна доложить дежурному диспетчеру о проделанной работе и ее результатах.

Одна из главных задач службы эксплуатации сетей водоснабжения и водоотведения – разработка мероприятий по рациональному использованию и снижению потерь воды, а также контроль за качеством производственных сточных вод, сбрасываемых в городскую канализационную сеть.

Для обеспечения рационального использования воды и снижения ее потерь необходимо:

- соблюдать графики профилактических осмотров санитарно-технической арматуры;

- с помощью средств массовой информации пропагандировать мероприятия по экономному расходованию воды и борьбе с утечками;

- при проектировании систем коммунального водоснабжения обеспечивать тщательную разработку технических решений, направленных на уменьшение нерационального использования и потерь воды путем оптимального зонирования, создания регулирующих емкостей на сети, в первую очередь на промышленных предприятиях, регулирования режимов работы насосных станций в целях уменьшения избыточных напоров, проектирования с учетом очередности строительства и технико-экономического обоснования расчетных расходов питьевой воды, отпускаемой на технологические нужды промышленных предприятий;

- разрабатывать положения о внедрении новой формы эксплуатации внутри-домовых систем водопровода и канализации специализированными предприятиями;

- подготавливать предложения о создании в крупных городах Украины технических инспекций по контролю расходования воды в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве с правом установления лимитов и применения санкций за перерасход воды;

- обеспечивать распространение передового опыта жилищных и водопроводных хозяйств по эксплуатации внутридомовых санитарно-технических устройств, водопроводных сетей и ликвидации аварий, а также опыта отдельных новаторов;

- устанавливать регуляторы давления на вводах в здания в зонах повышенных свободных напоров и поэтажные регуляторы давлений.

Прием производственных сточных вод в коммунальные канализации может быть разрешен при условии выполнения абонентами требований «Технических условий на качество и режим сброса сточных вод промышленных предприятий в коммунальную систему канализации населенных пунктов» и действующих строительных норм и правил. При этом сточные воды предприятий не должны:

- нарушать работу канализационных сетей и сооружений;

- содержать более 50 мг/л взвешенных и всплывающих веществ, а также веществ, которые способны засорять канализационные сети или отлагаться на стенках труб;

- оказывать разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений канализации;

- содержать вредные вещества в концентрациях, препятствующих биологической очистке сточных вод или сбросу их в водоем с учетом эффекта очистки;

- содержать горючие примеси и растворенные газообразные вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси в канализационных сетях и сооружениях;

- содержать вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) в воде водоемов соответствующего вида использования;

- иметь температуру выше 40 °С;

- содержать опасные бактериальные загрязнения;

- содержать нерастворенные масла, смолы и мазут;

- содержать биологически жесткие ПАВ;

- превышать требования действующих строительных норм и правил;

- содержать концентрацию водопроводных ионов (рН) ниже 6,5 и выше 9;

- содержать сульфидов более 3 мг/л и сульфатов более 400 мг/л;

- иметь общую концентрацию растворенных солей более 10 мг/л;

- иметь БПК_{полн} выше 500 мг/л при поступлении на биологические фильтры и аэротенки-вытеснители и выше 1000 мг/л при поступлении на аэротенки с рассредоточенным выпуском сточных вод (для бытовых сточных вод величину БПК_{полн} следует принимать равной величине БПК_{полн});

- иметь концентрацию вредных веществ более нормативных величин.

Если сточные воды предприятия (организации) не отвечают перечисленным требованиям или пропускная способность городских коллекторов, насосных станций и очистных сооружений недостаточна, «Водоканал» имеет право отказать предприятию в присоединении к канализации населенного пункта.

Нечистоты из неканализованных районов перевозятся ассенизационным транспортом на сливные станции и пункты, где они в 2–3 раза разбавляются водой, пропускаются через решетки и песколовки и только после этого спускаются в канализационную сеть. Использование канализации для сплава домового мусора в настоящее время не практикуется. Последний, как правило, обрабатывается на специальных мусороперерабатывающих заводах.

Спуск в канализационную сеть снега, пролежавшего более двух суток, а также убираемого с территории дворов и с крыш, не допускается. Через канализационные сети можно спускать снег, сбрасываемый через специальные шахты. Скорость течения сточных вод в коллекторах при этом не должна быть менее 1,1–1,2 м/с. При сбросе снега непосредственно с самосвалов или плугами глубина потока сточной воды должна быть не менее 0,7 м и его диаметр должен составлять не более 0,6 диаметра трубы.

Количество снега, которое можно сбросить в канализацию:

$$A = \frac{[3600 \cdot (t_H - t_K)]}{80 - 0,5t_C + t_K}, \quad (3.1)$$

где Q – расход сточных вод, м/с;

t_H , t_K – температура сточных вод соответственно до и после снего-сплава, °С;

t_C – температура снега, °С.

Снижение температуры сточных вод после снегопадов до 8 °С может привести к уменьшению эффективности биологической очистки. Не разрешается сброс снега перед дюкерами, насосными станциями и перепадами в виде стояков.

Водоканал обеспечивает подачу питьевой воды круглосуточно или по графику, утвержденному Советами народных депутатов, согласно ГСанПиН 2.2.4-171-10, при отклонении качества по тому или иному показателю разрешение на водопользование в каждом конкретном случае выдает Госстандарт, Минздрав Украины или местные санитарные органы.

«Водоканал» обслуживает только уличные, квартальные и дворовые водопроводные и канализационные сети, а также технологические приборы и устройства на них, которые находятся у него на балансе.

На присоединение к городским системам водоснабжения и водоотведения «водоканал» выдает абонентам технические условия, которые могут содержать мероприятия, направленные на повышение устойчивости работы системы (строительство насосных станций, резервуаров и т. п.).

Водопроводные вводы до внешнего обреза зданий, принадлежащих местным Советам, жилищно-строительным кооперативам, все магистральные и распределительные внутриквартальные сети коммунального водопровода, а также уличные водоразборные колонки, предназначенные для коллективного водопользования, передаются на баланс «Водоканала» в установленном порядке и им эксплуатируются.

Границей уличной канализационной сети является контрольный колодец на ней, а границей дворовой канализации – первый от здания колодец включительно.

Канализационная сеть, находящаяся на балансе абонента, именуется ведомственной и обслуживается ведомствами, предприятиями, учреждениями, которым она принадлежит.

Жалобы на действия «Водоканала» рассматриваются исполкомами местных Советов народных депутатов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Характеристика канализационных сетей Украины.
2. Служба эксплуатации канализационной сети, задачи.
3. Инвентаризация и техническая паспортизация водоотводящих сетей.
4. Основные положения планово-предупредительных работ на канализационной сети.
5. Организация диспетчерской службы.
6. Требования к сточным водам предприятий, сбрасывающих в канализационную сеть города.
7. Особенности сброса сточных вод предприятий в городские водоотводящие сети.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. Задачи службы эксплуатации водоотводящих сетей:
 - А. Плановый ремонт сети.
 - Б. Бесперебойная работа водоотводящей сети.
 - В. Подключение объекта и водоотводящей сети.
2. Паспорт водоотводящей сети содержит:
 - А. Характеристику сети.
 - Б. Условия вентиляции.
 - В. Подключение объекта и водоотводящей сети.
3. Спуск снега в водоотводящую сеть допускается при скорости течения сточных вод не менее:

А. 0,5 м/с.	Б. 1 м/с.	В. 1,5 м/с.
-------------	-----------	-------------
4. Капитальный ремонт по эксплуатации водоотводящей сети выполняется при протяженности сети:

А. До 300 км.	Б. До 500 м.	В. До 1000 км.
---------------	--------------	----------------

4 НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ И ПРИЧИНЫ НАРУШЕНИЯ

Охрана окружающей среды, в том числе рек и других водоемов, от загрязнений требует надежной работы канализационной сети населенного пункта.

Канализационная сеть должна проектироваться, строиться и эксплуатироваться так, чтобы она была надежной, т. е. обеспечивала бесперебойный и безотказный отвод сточных вод к сооружениям для очистки. Под надежностью канализационной сети понимается ее комплексное свойство, включающее безотказность в работе по отводу сточных вод, долговечность (продолжительное время работы) и ремонтпригодность (восстановление нормального выполнения своей функции в условиях технического обслуживания и ремонтов).

Нарушением главного свойства надежности сети – безотказности – является «отказ» – «событие», заключающееся в нарушении работоспособности сети. В канализационной практике термин «отказ», как правило, не применяют, заменяя его такими словами, как авария, засор, закупорка трубопровода, случайный засор, нарушение, повреждение и т. п., не имеющими точное определение. Отказы могут быть вызваны разными причинами, обуславливаемыми неблагоприятными воздействиями отдельных факторов или их комплексом, и имеют различные последствия. Отказы, как правило, являются случайным явлением, но некоторые причины их возникновения связаны с неудовлетворительным режимом работы сети, ее старением, большими транспортными нагрузками, изменениями температуры и агрессивности сточной или грунтовой воды и другими факторами. Надежность канализационной сети определяется на стадии проектирования, обеспечивается в ходе производства строительно-монтажных работ и постоянно поддерживается в процессе технической эксплуатации. Задача обеспечения надежности сети обширна и включает в себя комплекс различных технических и организационных мероприятий.

Надежность канализационной сети, как и любой технической системы, как правило, обеспечивается резервированием или дублированием ее элементов и запасом прочности составных частей. Теоретически наиболее надежной, казалось, могла бы быть сеть канализации с прокладкой вторых параллельных трубопроводов. Но полное дублирование канализационной сети невозможно из-за огромного ее протяжения. Однако в некоторых случаях дублирование сети является рациональным или даже необходимым. Например, при прокладке дополнительных трубопроводов по обеим сторонам широких проездов,

берегов водных протоков или тальвегов; при пересечении важных транспортных магистралей, водоемов, туннелей и т. д.

В последнее время в городах Украины при наличии благоприятных условий (близость трасс обеих сетей в плане, совпадение высотных отметок трубопроводов и соответствие их размеров, одновременность прокладки и пр.) для дублирования канализационной сети используют трубопроводы водосточных, при этом на обеих сетях строят специальные камеры с отключающими устройствами и соединительные ветки между ними.

Своеобразным дублированием сети является так называемое «кольцевание сети», когда сточные воды из одного бассейна канализования пропускают в ближайшую сеть соседнего через разделяющий их водораздел, используя «переломные колодцы» на соединительных ветках. При закупорке сети одного направления сточные воды с подпором, не допускающим, однако, излива стоков на поверхность земли, поступают в сеть другого направления.

При наличии нескольких насосных станций в разветвленной сети населенного пункта целесообразно предусмотреть возможность переброски сточных вод из одного бассейна канализования в другой, используя соединительные напорные и самотечные связки между трубопроводами различного направления.

Наличие в канализационной сети элементов кольцевания, дублирующих и соединительных линий, взаимосвязей с водосточной сетью повышает ее ремонтпригодность, позволяя опорожнять неисправный участок сети для выполнения работ через аварийные выпуски в водоемы.

Долговечность сети зависит от многих факторов, среди которых наибольшее значение имеют механическая прочность труб и оснований под ними, стойкость трубопроводов против агрессивных воздействий, герметичность стыковых соединений, правильность статических, гидравлических и других расчетов при проектировании, качество строительно-монтажных работ, рациональная эксплуатация сети.

В большой степени надежности сети определяется ее ремонтпригодность, доступность элементов для регулярного осмотра и возможность производства различных ремонтных работ, позволяющих своевременно установить и исправить повреждения.

Трубопроводы из непрочных (дефектных) материалов или ветхие трубопроводы, прослужившие длительное время, снижают надежность канализационной сети. Течь в таких трубопроводах образуется в местах разрушения стыков или входных присоединений труб в колодцах. В этих местах наблюдается коррозия (разъедание стенок агрессивными примесями в сточной воде), а также абразивное истирание лотковой части, особенно в

больших каналах, песком, содержащимся в сточных водах (от обработки овощей и поступления дождевых и талых вод). Причинами истирания могут быть также низкое качество товарного бетона и укладка его вручную, значительные скорости течения воды, круглая форма лотковой части и др.

Надежная сеть позволяет не только увеличить общий срок ее использования, но и снизить частоту и число ремонтных и профилактических работ, т. е. уменьшить потребность в обслуживающем персонале; обеспечить значительный экономический эффект в результате сокращения потерь при отказах в случаях излива сточных вод в подвальные помещения, вызывающего порчу материалов и оборудования; улучшить санитарное состояние населенных пунктов, не допуская загрязнения прилегающих территорий и сброса неочищенных сточных вод в водоемы.

На территориях населенных пунктов с особыми природными условиями, например с просадочными грунтами, в сейсмических районах и районах горных выработок, на оползневых участках канализационные сети строят, предусматривая специальные мероприятия, обеспечивающие надежность сооружений. Особые требования в этом случае предъявляют к материалам труб, прочности их стыковых соединений, устройству основания, расположению трубопроводов относительно других сооружений и параллельно проложенных подземных коммуникаций, маневренности сети и др.

Надежная работа канализационной сети в значительной степени зависит от рациональной ее эксплуатации, правильного использования всех сооружений и содержания их в исправном состоянии. Канализационная сеть выполняет свою основную функцию – безотказную транспортировку сточных вод, если:

1) минимальны случаи засоров (закупорок) и переполнений (подпоров) трубопроводов, различных повреждений или других нарушений нормальной работы сети, которые вызывают или могут вызвать излив на поверхность земли, создавая антисанитарные условия на прилегающих территориях или затопляя подвальные помещения и подземные сооружения;

2) отсутствует сброс неочищенных сточных вод в проточные или местные водоемы (реки, пруды, овраги и т. п.) непосредственно или через водостоки;

3) быстрое устранение случайных засоров трубопроводов;

4) текущий ремонт, устранение небольших дефектов в сооружениях.

Затраты труда на указанные работы распределяются следующим образом: периодический осмотр – 10 %; профилактическая прочистка – 38 %; устранение засоров – 40 %; текущий ремонт – 12 %.

Решающее значение для безотказной работы канализационной сети имеет своевременное удаление из нее различных осадков, задерживающихся

в трубопроводах и лотках колодцев и образующих засоры. Для успешной борьбы с засорами необходимо знать происхождение, характер и концентрацию загрязнений в сточной воде, условия из продвижения по сети и причины задержки в трубопроводах и лотках колодцев.

Нерастворимые в воде твердые вещества в зависимости от плотности и скорости течения сточных вод, занимают различное положение в поперечном сечении потока при ее движении по трубопроводам. Тяжелые предметы, случайно попавшие в сеть; мелкие камни, уголь, щебень, песок, стекло, консервные банки и другие металлические предметы, а также кости животных и рыб обычно продвигаются по дну. При незначительных скоростях движения воды тяжелые примеси оседают на дно трубопроводов. Из этих осадков при уменьшении скорости движения сточных вод в часы наименьшего водоотведения могут образоваться со временем плотные неподвижные отложения.

Осадки, выпавшие в трубопроводах и лотках колодцев, создают дополнительное сопротивление движению сточной воды и уменьшают скорость потока, что способствует дальнейшему увеличению количества оседающих на дно примесей. Наблюдения показали, что основную часть этого осадка (до 90 % по массе) составляет песок с размерами зерен 0,5 мм и менее, влажностью до 30 %.

Часть нерастворимых примесей составляет группу легких плавающих веществ, перемещающихся по поверхности потока сточной воды, например, жиры, масла, смолы, нефть, резина, пробки, щепки, спички, различные волокнистые вещества и т. п. Остальные нерастворимые примеси находятся в сточной воде во взвешенном состоянии и располагаются по всему сечению потока. К таким веществам относятся бумага, мелкие тряпки и веревки, волосы, пряжа, мочало, кухонные отбросы и другие примеси, преимущественно органического происхождения.

Приведенное деление примесей условно, так как взвешенные частицы сцепляются с плавающими или тяжелыми и переходят сами или переводят другие вещества в иную группу. Наблюдается также измельчение отдельных веществ, в особенности бумаги, или укрупнение некоторых примесей, преимущественно тряпья и мочала. Последние, сцепляясь и переплетаясь с осадками, могут образовать комья отбросов, которые, перекатываясь по дну трубопроводов, увеличиваются в объеме и могут закупоривать сеть. Жиры и смолы, отлагаясь на стенках трубопроводов, суживают их поперечные сечения.

Некоторые из растворимых примесей, например, кислоты и щелочи, разрушают стенки сооружений, соприкасаясь с ними непосредственно или

при испарении или при конденсации. Если горючие жидкости (керосин, бензин, нефть) спущены в канализационную сеть, минуя местные очистные устройства (например, из гаражей и др.), в ней могут образоваться взрывоопасные газы: окись углерода, метан, светильный газ, аммиак, ацетилен. Газ из поврежденных газопроводов также иногда проникает в канализационную сеть через грунт и неплотности в сооружениях. В смеси с воздухом при наличии открытого огня, искрения от ударов инструментов во время производства работ или от электрической искры газы могут воспламениться и взорваться.

В канализационной сети могут оказаться также различные отравляющие газы (окись углерода, сернистый газ, сероводород, окись азота и др.). Они (а также метан) иногда образуются в результате гниения органических осадков, отложившихся в трубопроводах, а также в процессе химической реакции между отдельными элементами сточной воды. Отравляющее действие газов определяется не только их концентрацией, но и временем пребывания рабочего в опасной среде. Отравляющие газы даже при ничтожной концентрации (сотые доли процента) вызывают расстройство дыхательных путей, а при сравнительно небольших концентрациях – приводят к смерти.

Усиленное газообразование происходит при бурном течении сточной воды или на перепадах ее в колодцах. Сероводород и углекислый газ значительно тяжелее воздуха, потому они скапливаются непосредственно над поверхностью потока воды и с трудом удаляются. Метан и аммиак как легкие газы могут выходить на поверхность земли или проникать через внутренние канализационные устройства в жилые и производственные помещения.

Нельзя полагаться на полное удаление из сети всей массы образовавшихся газов за счет естественной вентиляции, которая происходит в основном через вытяжные стояки внутридомовой канализационной сети, выведенные выше кровли зданий, или через специальные вентиляционные устройства на трубопроводах, проходящих по незастроенным территориям. Чтобы предотвратить газообразование в канализационной сети, нельзя сбрасывать в нее вещества, выделяющие вредные газы, а трубопроводы нужно регулярно очищать от загнивающих осадков.

В сточной воде, протекающей по канализационной сети, могут содержаться яйца глистов и болезнетворные бактерии (возбудители брюшного тифа, дизентерии, сибирской язвы, сапа), поэтому соприкосновение обслуживающего персонала со сточной жидкостью недопустимо.

Многие вредные примеси в сточной воде неблагоприятно отражаются не только на надежности сети, но и на нормальной эксплуатации насосных станций и очистных сооружений канализационной системы населенного

пункта или промышленных предприятий. Поэтому нельзя спускать в городскую канализацию следующие сточные воды:

- имеющие температуру свыше 40 °С;
- содержащие взрывоопасную смесь или те, которые могут отравить воздух;
- разрешающе действующие на сооружения всей канализационной системы;
- нарушающие технологические процессы очистки на очистных станциях;
- оказывающие вредное влияние на здоровье эксплуатационного персонала при работах.

Практика эксплуатации показывает, что наиболее частые нарушения работы канализационной сети (отказы) вызываются засорами, закупорками сечения трубопровода уплотненными осадками или предметами, не имеющим отношения к обычным сточным водам. Такие засоры происходят преимущественно на дворовой и уличной сети диаметром 0,15–0,2 м, составляющей до 70–80 % общей протяженности сети населенного пункта и в значительной части не обеспеченной достаточным притоком сточной воды, поступающей к тому же крайне неравномерно в течение суток. Засоры на трубопроводах диаметром 0,25–0,4 м сравнительно редки, а на трубопроводах больших поперечных сечений наблюдаются в исключительных случаях. Засоры, сопровождаемые изливом сточных вод на поверхность земли могут затопить подвальные помещения и привести к порче материалов и оборудования в них, нарушить движение транспорта и пешеходов, проникнуть в соседние подземные коммуникации и т. п.

Причинами, приводящими к засору сети, в большинстве случаев является то, что население, проживающее в жилых домах и персонал общественных учреждений и производственных предприятий, не выполняют действующие «Правила пользования коммунальными водопроводами и канализацией». Некоторые абоненты иногда рассматривают внутренние канализационные санитарно-технические приборы в зданиях, предназначенные для приема сточных вод (раковины, унитазы, трапы, и т. п.), как устройства, в которые можно сбрасывать любые отбросы бытовой и хозяйственной деятельности (кухонные очистки овощей, кости, вату, мочало, бинты и пр.) или отходы производства, прибегая к проталкиванию в отводящие трубопроводы крупных предметов через отверстия унитазов или к сдвиганию решеток над трапами. О правильной эксплуатации внутренних канализационных устройств в зданиях и сооружениях иногда недостаточно заботятся соответствующие жилищно-эксплуатационные конторы, домо- и заводоуправления, коменданты и пр.

Два-три крупных предмета, застрявшие в трубопроводе среди тряпок, мочала и т. п., могут создать засор, с трудом поддающийся ликвидации.

Количество засоров колеблется по временам года. Образование засоров увеличивается в весенне-осенние периоды за счет поступления в сеть с городских территорий загрязненных атмосферных осадков, несущих смет, песок, крупные включения и т. п., через неплотности люков смотровых колодцев или через открытые их крышки, подпираемые кусками кирпичей, дерева и т. п., которые сбрасываются затем в лотки колодцев. Наибольшее количество засоров приходится на апрель и октябрь.

Засоры могут образовываться в случаях безнадзорного производства дорожных работ или работ по благоустройству территорий, сопровождающихся повреждением верхних частей колодцев, завалом последних землей и пр. В исключительных случаях засор трубопроводов носит столь тяжелый характер, что требуется производить разрывы грунта и вскрывать трубы на закупоренном участке сети, выключая ее из эксплуатации на время проведения восстановительных работ.

Нарушение работы сети является результатом ее старения или различных повреждений трубопроводов (разрушение самих труб или стыковых соединений, потеря устойчивости оснований и т. п.). Засоры и повреждения канализационной сети, нарушающие ее нормальную работу, различают по их характеру, причинам возникновения и природе происхождения.

По характеру нарушения могут быть: по типу – внезапными, постепенно возникающими и самоустраняющимися (сбои); по внешнему проявлению (признакам) – очевидными (явными) и скрытыми (неявными); по степени устранения – полными, частичными и неустраняемыми (по техническим или экономическим соображениям).

Причинами нарушения являются ошибки проектирования, строительные дефекты (низкое качество материалов, нарушение правил производства строительно-монтажных работ), эксплуатационные недочеты (нарушение правил технической эксплуатации, неудовлетворительная техническая вооруженность и низкая квалификация персонала), а также несоблюдение абонентами правил пользования внутренними канализационными приборами.

Погрешности проектирования и строительства канализационной сети отрицательно сказываются на ее работе, приводят к увеличению расходов на эксплуатацию, а при авариях – к большим убыткам в народном хозяйстве. Устранение их в эксплуатационных условиях затруднительно, а иногда даже невозможно (т. е. требуется перекладка трубопроводов).

Из наиболее характерных ошибок при проектировании сети можно отметить следующие:

- 1) недостаточную глубину заложения трубопроводов;
- 2) неправильный выбор материалов труб и заделки стыков, видов и типов оснований, способов антикоррозионной защиты;
- 3) несоблюдение правил соединения трубопроводов (при слиянии их, изменении уклонов и диаметров, при перепадах и др.);
- 4) необоснованное назначение минимальных уклонов трубопроводов в так называемых «безрасчетных» сетях при незначительных притоках сточных вод и скоростях течения, не обеспечивающих самоочищения трубопроводов;
- 5) размещение колодцев в местах, затрудняющих подъезд к ним и работу аварийных машин, использование механизмов и др.

К дефектам строительства сети, осложняющим работы по ее эксплуатации, относятся:

- 1) наличие уступов между лотком колодца и трубопроводами или в стыковых соединениях между трубами;
- 2) уменьшение сечения лотков в колодцах по сравнению с диаметрами примыкающих трубопроводов;
- 3) неправильное стыкование труб или смещение отдельных звеньев из-за неравномерной просадки грунта в основаниях трубопроводов, нарушающие герметичность сети, что приводит к инфильтрации сточных или эксфильтрации грунтовых вод;
- 4) переломы проектного продольного профиля или несоблюдение расчетных уклонов трубопроводов.

Просадки грунта под трубопроводами возможны в следующих случаях: при подсыпке грунта, при укладке труб в зимнее время на мороженный грунт, при засыпке траншеи без требуемой трамбовки земли и др.

Работа сети может ухудшиться в последующие за строительством годы при резких изменениях местных условий по сравнению с первоначальными. Так, наблюдаются случаи, когда в одном и том же трубопроводе, работавшем в течение ряда лет без отложения осадка, появляется значительное его количество или сеть, нуждающаяся ранее в дополнительной прочистке из-за выпадения осадков, начинает работать нормально. Эти явления свидетельствуют об изменении гидравлических условий работы канализационной сети, например, об образовании подпоров от боковых притоков, уменьшающих скорости течения воды в основном трубопроводе, об уменьшении или увеличении степени наполнения трубопровода и скорости течения в связи с сокращением или увеличением притока сточных вод от предприятий и т. п.

Режим работы небольших станций перекачек, откачивающих сточные воды периодически, по мере накопления их в резервуаре, также может отрицательно сказаться на работе сети. Последняя в результате подпора

затопляется иногда на большое расстояние, при этом гидравлический уклон фактически отсутствует, в сети выпадают осадки, а трубопровод и колодцы превращаются в отстойники.

Нормальная работа канализационной сети может быть, нарушена:

- в связи с постройкой каких-либо сооружений или подземных коммуникаций вблизи канализационной линии, с применением сильного динамического воздействия на грунт (забивка свай, взрывные работы и т. п.);
- изменением свойств окружающей среды (агрессивность стоков, горизонт грунтовых вод, просадка грунтов и т. п.);
- прорастанием корней деревьев через стыки или стенки труб;
- повышенным притоком сточных вод, создающим недопустимо высокий подпор в сети;
- различными стихийными бедствиями (например, оползневые явления, обвалы, землетрясения, наводнения и др.).

Нарушение работы канализационной сети (с отключением и опорожнением отдельных ее участков) может быть, вызвано:

- необходимостью проведения технического осмотра или капитального ремонта трубопроводов;
- установки дополнительных колодцев при присоединении новых боковых линий;
- при производстве работ по реконструкции самой сети;
- переустройству подземного хозяйства населенного пункта и т. п.

Такие работы выполняют по специальным проектам и в минимальные сроки. Работа сети в этих случаях обеспечивается, как с помощью временных устройств: обводной линии (байпасов) и др.

Наиболее частым последствием нарушения нормальной работы канализационной сети является излив воды из переполненного трубопровода вследствие засора или повреждения. О нарушении работы сети узнают по появлению сточной воды в подвальных помещениях (если там находились люди или включилась автоматическая сигнализация) или на поверхности земли – при изливе из смотровых колодцев через крышки люков.

За время, прошедшее от передачи сигнала в эксплуатационную организацию (диспетчеру) о неблагополучном состоянии канализационной сети до окончания работ по восстановлению сети аварийной бригадой, сточные воды могут нанести ущерб народному хозяйству. Затраты на ликвидацию такого ущерба, состоящие из расходов на ремонтные работы по восстановлению самой сети, разрушенных дорожных покрытий, поврежденных коммуникациях и помещений; убытков от порчи продукции, оборудования, материалов, сокращения производства и пр., могут быть значительными. Кроме того,

излив стоков на поверхность земли может ухудшить санитарное состояние прилегающей территории, нарушить движение транспорта и пешеходов. В отдельных случаях приходится сбрасывать часть сточных вод в водосточную сеть или в водоемы.

Процесс восстановления нормальной работы сети при отказе и повреждении рассматривают по следующим этапам:

- 1) появление (обнаружение) отказа;
- 2) извещение службы эксплуатации о повреждении;
- 3) прибытие аварийной бригады;
- 4) установление причины отказа;
- 5) определение места отказа;
- 6) начало работы;
- 7) конец работы;
- 8) включение в систему;
- 9) начало нормальной работы.

Период установления причины отказа и поиска места засора или повреждения иногда, особенно в условиях насыщенности территории различными подземными коммуникациями, занимает значительное время.

Эксплуатационный персонал по прибытии на место нарушения работы сети производит поиск поврежденного участка, используя инвентаризационные материалы, собственный опыт, знания местных условий и общих закономерностей проектирования, строительства и эксплуатации сети. В большинстве случаев (при «типичных» засорах или явно выраженных нарушениях) обследование сети на месте является достаточным для принятия необходимых решений и немедленного начала работ по ликвидации аварий. При серьезных повреждениях сети производят специальное обследование.

Нарушения должны быть ликвидированы в возможно короткие сроки, наиболее простыми и доступными для выполнения способами. Во время проведения работ необходимо рационально использовать передвижные механизмы, оборудование, материалы, рабочую силу и соблюдать действующие технические и санитарные условия нормы, правила и требования, включая правила техники безопасности. Работы должны производиться с учетом местных условий. В случае необходимости работы ведут круглосуточно и согласовывают с действиями различных организаций, ведающих городским подземным хозяйством, санитарных и административных органов и т. д.

Все работы по эксплуатации канализационной сети должны производиться на основе местных инструкций, в которых должны быть указаны права и обязанности исполнителей; ответственность за несоблюдение правил проведения работ и техники безопасности; особенности пуска и остановки

механизмов; порядок действий при аварийной ситуации или несчастных случаях и др.

Для выполнения некоторых эксплуатационных работ требуется отключать отдельные участки сети, опорожнять трубопроводы от сточной воды, организовывать подвоз механизмов, материалов и т. п. Сети диаметром до 0,4–0,5 мм в большинстве случаев опорожняют, перекачивая сточные воды в обход поврежденного участка, с помощью передвижных насосов необходимой производительности. К месту откачки сточных вод должны быть доставлены два комплекта насосов (рабочий и резервный). Временные самотечные, всасывающие и напорные линии от насосных установок должны иметь быстросборные соединения, возможность опорожнения и защиту от механических повреждений.

Выключение из работы трубопроводов больших размеров и не имеющих аварийных выпусков требует постройки специальных обходных линий (байпасов), что может повлечь за собой продолжительный неорганизованный сброс сточных вод в водоемы.

Использовать аварийные выпуски для сброса сточных вод в водостоки и водоемы разрешается только в исключительных случаях (когда невозможно перепустить или перекачать сточные воды в ближайшую неповрежденную сеть, а также, если авария принимает катастрофические размеры) и лишь по согласованию с санитарно-эпидемиологической станцией и местной бассейновой инспекцией.

Аварийный выпуск открывают только на срок, необходимый для проведения подготовительных работ (установка пробок, пуск насосных агрегатов, присоединение обходных трубопроводов и т. п.). Аварийные выпуски должны быть обеспечены запорными устройствами и запломбированы. Местоположение таких выпусков и размеры трубопроводов определяют проектировщики совместно со службой эксплуатации сети и согласовывают с соответствующими организациями.

При проведении работ по ликвидации нарушений работы сети необходимо вести постоянное наблюдение за участками, находящимися в подпорном режиме, и не допускать засоров в нижележащих трубопроводах. В зависимости от реальных условий следует предусмотреть защиту канализационной сети от дальнейших повреждений, установку ограждений, обеспечить движение транспорта и пешеходов и т. п. Способы, приемы и приспособления для выключения участков из сети и освобождения их от сточной воды выбирают в соответствии с размерами трубопроводов и местными условиями (пробки, щитовые затворы и др.).

После ликвидации аварийного состояния и освобождения подтопленных участков сети их прочищают или промывают, открывают задвижки на выпусках из подвалов, закрывают задвижки на перепусках, пломбируют использованные аварийные выпуски, а загрязненную поверхность территорий хлорируют. За сроком выполнения работ по ликвидации нарушений, их качеством и экономичностью должен быть установлен контроль.

Ошибки в эксплуатации канализационной сети встречаются все еще сравнительно часто и объясняются, в основном, недостаточной квалификацией персонала, незнанием или несоблюдением рабочими требований эксплуатации. Ошибки приводят к увеличению стоимости и экономическому ущербу, а в некоторых случаях (при невыполнении правил техники безопасности) и к несчастным случаям (взрывы газов, отравление ими и т. п.).

Все случаи нарушения нормальной работы сети фиксируют, тщательно изучают и анализируют, чтобы предотвратить их повторение. Руководство службы сети обязано обсуждать причины и способы ликвидации нарушений с участием эксплуатационного персонала, намечать и осуществлять необходимые мероприятия по предупреждению нарушений работы сети.

Для обеспечения четких и оперативных действий эксплуатационного персонала большое значение имеют правильная организация диспетчерской и аварийной служб, высокая квалификация рабочих, наличие и качество технической документации, оснащенность необходимыми машинами, механизмами, оборудованием, приспособлениями и т. п.

Широкое применение при ликвидации нарушений работы сети находят аварийные специальные автомобили с дежурными бригадами рабочих. Такие автомобили имеют специальное оборудование, в том числе для освещения места работ, вентиляции колодцев, радиосвязи и др.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Надежность работы канализационной сети города.
2. Главные функции канализационной сети.
3. Дублирование канализационных сетей города.
4. Характеристика нерастворимых примесей хозяйственных сточных вод.
5. Характеристика отказов при эксплуатации канализационной сети.
6. Засоры на канализационной сети, устранение их.
7. Характерные ошибки при проектировании канализационной сети.
8. Характеристика строительных дефектов отводящей сети.
9. Основные причины нарушения работы канализационной сети.

10. Основные этапы постановления нормальной работы канализационной сети.

11. Аварийные выпуски на канализационной сети.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. Нарушение безотказности работы водоотводящей сети – это:

А. Авария.

Б. Засор.

В. Нарушение вентиляции.

2. Особые условия прокладки и эксплуатации водоотводящих трубопроводов:

А. Прочность труб.

Б. Устройство стыков и соединений.

В. Вентиляция сети.

Г. Устройство оснований труб и колодцев.

3. Наиболее частые нарушения работы водоотводящей сети вызывают засоры на трубопроводах:

А. $D = 0,2$ м.

Б. $D = 0,4$ м.

В. $D = 0,5$ м.

5 ОЦЕНКА ФАКТОРОВ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Основные факторы, влияющие на эксплуатационную надежность и долговечность канализационных систем, можно разделить на следующие группы:

1. Проектные (отражают степень учета всех реальных нагрузок, условий среды и правильность выбора расчетной схемы).
2. Технологические (уровень технологии и качество изготовления элементов конструкций).
3. Строительные (уровень технологии строительного производства и качество строительных работ).
4. Эксплуатационные (климатические условия, влияние коррозионных и механических воздействий, качество обслуживания и своевременность ремонтов).

Выделить из этих групп преобладающие по значимости факторы довольно сложно, т. к. они обобщают в себе большее количество понятий, чем приведено в их трактовке.

Значимость отдельных факторов, влияющих на долговечность коллекторов, приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Значимость отдельных факторов на долговечность коллекторов

Факторы	Уровень значимости
Материал труб	0,182
Качественные показатели сточных вод	0,176
Скорость движения воды	0,143
Система вентиляции	0,112
Σ	0,618
Гидрогеологические условия	0,146
Заделка стыков	0,100
Система канализации	0,070
Глубина заложения	0,066
Σ	0,382

Сочетание и взаимодействие факторов, провоцирующих развитие коррозии (материал труб, состав стоков, скорость движения воды и система вентиляции) по суммарному уровню значимости (0,618) почти вдвое превышает

суммарный уровень значимости при сочетании факторов, определяющих физико-механические воздействия (0,382). Если сопоставить численные значения этих уровней, выраженных в процентах (61,8 % и 38,2 %) с соотношением факторов, вызывающих повреждения коллекторов диаметром более 500 мм, а это 67 % коррозионные и 33 % механические, то они весьма близки между собой и подтверждают правильность нашей оценки соотношения между коррозионными и механическими воздействиями.

Вышеприведенные факторы характеризуют только степень влияния отдельных условий на надежность канализационных сетей, но полностью не охватывают проблему надежности сооружения данного вида. В какой-то мере эти условия можно отнести к проектным факторам, т. к. все эти параметры должны учитываться еще на стадии проекта.

Рассмотрим все 4 группы факторов.

Проектный. Если рассматривать отдельно строительные конструкции – трубы, то их прочность, регламентируемая соответствующими стандартами, вполне удовлетворяет данному типу сооружений. Изложенные в первых разделах сведения об интенсивности отказов относятся к целому сооружению. Иначе говоря, прочные конструкции – трубы, собранные в одно сооружение имеют степень надежности ниже, чем отдельно взятый элемент. Следовательно, имеет место либо несовершенство принятых расчетных схем сооружений, либо отклонения от требования проекта на последующих стадиях инновационного процесса.

Технологический фактор играет качественную роль при изготовлении строительных конструкций. Уже на этой стадии возможно накопление ошибок, дефектов и отклонение от стандартов.

Визуальная оценка качества труб позволяет установить следующие отклонения (табл. 5.2) от стандартов: высокую шероховатость труб и дефекты внутренней поверхности, влияющие на гидравлику транспортируемого потока воды и провоцирующие засорения, трещины и негерметичность труб, дефекты стыков. При этом наблюдались нарушения в транспортировке и разгрузке труб, вызывающие динамические удары.

Если сопоставить приведенные технологические дефекты с их эксплуатационной значимостью, то можно сделать вывод, что уже производственные дефекты труб способны создать неудовлетворительное или предаварийное состояние коллектора.

Таблица 5.2 – Производственные дефекты железобетонных труб

Вид дефекта	в процентах от обследованных труб
повышенная шероховатость внутренней поверхности (зерна включений щебня, арматуры)	11
обнажение и выступы арматуры	27
вспучивание и отколы защитного слоя с оголением арматуры	7
кольцевые трещины, отслоения бетона, сквозные каверны	37
дефекты раструбов	10
очень малая толщина защитного слоя	20

Строительный фактор характеризует культуру строительства и зависит от квалификации, степени ответственности строителей. Отсутствие действенного контроля при выполнении этих работ, сезон строительства, погодные условия и трудовая дисциплина вносят свой негативный вклад в качество выполняемых работ, и в последующем на надежность сооружения.

Эксплуатационный фактор является одним из самых ответственных по той причине, что носит вероятный характер: усредненные показатели по количеству и качеству стоков на стадии проекта, предположительность о стабильности статических, геологических, климатических, производственных условий, наконец, на диагностику и регулярность текущих и капитальных ремонтов. При этом все просчеты на стадии проекта и строительства сказываются и усиливаются при эксплуатации при нарушении вероятностных событий.

Обработка результатов опроса и натурных исследований по влиянию каждого из факторов на надежность трубопроводов приведена в таблице 5.3.

Данная таблица иллюстрирует преобладание в надежности канализационных сетей проектного фактора, что свидетельствует о несовершенстве нормативной базы, особенно низкую надежность существующего фонда канализационных сетей и одновременно этот факт является основанием для проведения комплексных научных исследований.

Таблица 5.3 – Роль факторов надежности при физико-механическом и коррозионном воздействиях, %

Факторы	Физико-механические воздействия	Коррозионные воздействия
Проектный	30	70
Технологический	20	–
Строительный	30	10
Эксплуатационный	20	20

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Основные факторы, влияющие на надежность и долговечность водоотводящих сетей.
2. Значимость основных факторов, влияющих на долговечность канализационных коллекторов.
3. Роль отдельных факторов надежности при физико-механическом и коррозионном воздействии на городские канализационные сети.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. Равномерное распределение сточных вод по отдельным сооружениям может осуществляться с помощью:
 - А. Распределительных камер.
 - Б. Распределительной чаши.
 - В. Через водосливные устройства.
2. Минимальное содержание растворенного кислорода после сброса сточных вод в водоем составляет:
 - А. 3 мг/дм³.
 - Б. 4 мг/дм³.
 - В. 6 мг/дм³.
3. Для самотечных канализационных сетей применяют трубы:
 - А. Стальные.
 - Б. Керамические.
 - В. Бетонные.
 - Г. Железобетонные.
 - Д. Пластмассовые.
4. Наименьшая глубина к лотку канализационных труб диаметром до 500 мм:
 - А. На 0,5 м меньше глубины промерзания.
 - Б. На 0,3 м меньше глубины промерзания.
 - В. На 0,5 м больше глубины промерзания.
 - Г. На 0,3 м больше глубины промерзания.
5. Сточные воды очищают такими способами:
 - А. Механическими.
 - Б. Биохимическими.
 - В. Химическими.
 - Г. Радиологическими.
 - Д. Скоростными.

6 ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИОННЫХ УСЛОВИЙ СРЕДЫ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ НАДЕЖНОСТЬ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Канализационные трубопроводы преимущественно расположены в грунте. Грунтовая среда является причиной коррозионных повреждений металлических трубопроводов диаметром более 500 мм в 70 % случаев и 5 % случаев для железобетонных труб. Данный вид коррозии относят к подземной, который может протекать либо самостоятельно, либо сопровождаться электрокоррозией под действием блуждающих токов или биокоррозией.

Особенностью почв и грунтов как коррозионных сред является их структура и химико-минералогическая неоднородность. В структурном отношении почвы представлены твердой, жидкой и газообразной фазами. Соотношение этих фаз и физико-химические параметры определяют интенсивность почвенной коррозии. Определяющим фактором агрессивности почв являются: их состав и структура, влажность, химический состав и особенно рН грунтовых вод или почвенного электролита, E_h , воздухопроницаемость и удельное электрическое сопротивление. Наиболее важен последний показатель, являющийся функцией влажности, состава и концентрации солей, воздухопроницаемости и структуры. Поскольку трубопроводы являются протяженными сооружениями, то естественно предположить, что свойства грунтовой среды по длине трассы различны. Поэтому, несмотря на солидную научную проработку теории коррозии и многочисленные практические рекомендации по защите от нее, проблема надежности металлических трубопроводов остается по-прежнему весьма актуальной.

Ниже рассмотрены типичные примеры коррозионных повреждений металлических и железобетонных трубопроводов, вызванных агрессивной грунтовой средой.

Коррозия металлических канализационных трубопроводов в условиях грунтовой среды, как правило, носит локальный характер и имеет вид сквозных свищей, язв и питтингов. Возможно, это связано с тем, что практически все трубопроводы имеют наружную изоляцию и повреждения приурочены к ее дефектным местам. Эти причины, являющиеся по нашим наблюдениям типичными, были выявлены при обследовании стального напорного канализационного коллектора. Протяженность коллектора более 30 км; трубопровод напорного участка, расположенного над шахтными выработками, выполнен из стальных электросварных труб диаметрами 426 × 9; 530 × 9; 630 × 9 мм. На момент обследования коллектор эксплуатировался 14 лет. Из них последние 5 лет в аварийном режиме с количеством

аварий от 65 до 124 в год. На момент обследования коллектор был вскрыт в 6 местах. В каждом месте ремонта насчитывалось от 2 до 5 свищей до 30 мм, расположенных преимущественно в лотковой части труб.

Аварии на канализационной сети условно можно разделить на две категории. Аварии 1 категории вызывают остановку объекта на срок более 4-х часов, аварии 2 категории – менее 4-х часов.

Установлено, что ежегодно происходило 12–16 аварий 1 категории, а остальные аварии – 2 категории.

Сравним интенсивность аварий на участке длиной 18,4 км с имеющимися среднестатистическими показателями для Украины (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Интенсивность отказов труб различных диаметров и материалов

Материал труб	Диаметр труб D , мм	Общая длина участка $\sum l$, км	Общее число зарегистрированных повреждений, n_i	Интенсивность повреждений λ , (1/год·км)
Сталь	200	324	990	3,05
	300	238	400	1,79
	400	158	280	1,78
	500	131	183	1,4
	600	160	120	0,75
	1000	90	3	0,03
Чугун	150	109	435	3,90
	200	80	122	1,52
	400	23	28	1,22
	500	34	38	1,1
	800	17	1	0,06
Асбестоцемент	150	29	54	1,87
	300	7	9	1,29
	400	22	26	1,10
	500	13	14	1,08
Керамика	200	30	30	1,0
	400	54	50	0,93
	500	36	2	0,06
	600	18	1	0,05
Бетон	400	160	24	0,15
	600	320	3	0,09
	1000	75	2	0,02
Железобетон	600	315	32	0,1
	800	140	14	0,01
	1000	90	6	0,076
	1600	37	2	0,05
	2000	33	1	0,03
	3600	8	1 (за 30 лет)	0,005

В соответствии с формулой интенсивность отказов будет равна:

$$\lambda(t) = \frac{\sum n_i}{\sum l_i \cdot T}, \quad (6.1)$$

где n_i – число отказов (повреждений) конструкций за определенный срок наблюдений T ;

$\sum l_i$ – суммарная длина (количество) конструкций.

Определим:

1. Средняя частота отказов (λ_1): $\lambda_1 = \frac{65...124}{18,4} = 3,5...6,7 \lambda$.

2. Частота аварий 1 категории (λ_2):

$$\lambda_2 = \frac{12...16}{18,4} = 0,65...0,86.$$

3. Частота аварий 2 категории (λ_3):

$$\lambda_3 = \frac{(65...124) - (12...16)}{18,4} = 2,85...5,84.$$

Сопоставляя значение средней частоты отказов $\left(\frac{3,5 + 6,7}{2} = 5,1 \right)$ для

труб диаметром 600 мм данного коллектора со среднестатистического показателем для Украины – 0,75 (табл. 6.1) обращаем внимание на то, что она почти в 7 раз превышает последний. Это свидетельствует о чрезвычайно низкой надежности трубопровода и о влиянии на него каких-то неблагоприятных факторов.

Для выяснения причин низкой эксплуатационной надежности был проведен обзор литературы и выполнен ряд химических и физических экспериментальных исследований.

Относительно службы стальных трубопроводов существует различные мнения. Специально для стальных канализационных трубопроводов подобные сведения никем не обобщались ввиду их редкого использования, поэтому можно ориентироваться на аналогичные данные для водопроводов. Такой подход допустим, во-первых, по причине одинаковых грунтовых условий, во-вторых, потому, что физико-химические показатели качества сточной воды близки к составам природных вод.

По данным исследований состояния 86 водопроводов известно, что только в 12 % случаев выхода их из строя была виновна внешняя коррозия, а в 82 % случаев, соответственно, внутренняя. При этом сроки безаварийной

работы трубопроводов колебались в интервале от 2 до 8 лет. Во всех случаях коррозионного поражения отмечалось высокое содержание в воде сульфидов и хлоридов.

Оценку коррозионной агрессивности сточной воды проводили путем сопоставления ее качества (табл. 6.2) с нормативными значениями из различных источников (табл. 6.3). Параллельно коррозионная агрессивность воды была оценена прибором «ОКА-1» по потере массы металла единицей площади поверхности в соответствии с методикой, изложенной в работе:

потеря массы:	степень агрессивности воды:
0,15 мг/см	низкая
0,15–0,25 мг/см	средняя
св. 0,25 мг/см	высокая

Таблица 6.2 – Среднегодовые показатели качества сточной воды, транспортируемой по коллектору

Год	Сульфаты, мг/л	Хлориды, мг/л	рН	Железо, мг/л	Кислород, мг/л
1992	$\frac{517...636}{576}$	$\frac{161...297}{229}$	7...8,2	0,82...186	отс.
1991	$\frac{551...690}{620}$	$\frac{144...316}{230}$	8,0	0,75...1,8	-//-
1990	$\frac{576...690}{618}$	$\frac{144...328}{236}$	8...8,2	0,75...3,04	-//-
1988	$\frac{420...640}{530}$	$\frac{135...218}{177}$	8,0	0,84...3,36	-//-
1986	$\frac{906...1090}{998}$	$\frac{106...305}{206}$	8,0	0,39...1,15	-//-

Примечание. В знаменателе приведены средние значения показателей.

Таблица 6.3 – Степень агрессивности воды к металлу

Источник	Содержание в воде, мг/л		Коррозионная агрессивность воды	Скорость коррозии, мм/год
	Сульфатов	Хлоридов		
Экспериментальные данные	до 50		низкая	0,001–0,005
	в сумме 50–150		средняя	0,005–0,045
	свыше 150		высокая	0,5–10
	до 50	до 100	низкая	0,001–0,005
	свыше 50	св. 100	высокая	0,5–10
	в сумме до 5000		средняя	0,005–0,045

Анализируя данные таблицы 6.2 и сопоставляя значения сульфатов и хлоридов с данными таблицы 6.3 следует оценить коррозионную агрессивность воды как «высокую», т. к. суммарное содержание сульфатов и хлоридов превышает 150 мг/л почти на порядок. Оценка коррозионной агрессивности воды как «высокая» была подтверждена экспериментальным определением коррозионной активности воды прибором «ОКА-1». Так, экспериментально установленная потеря массы металла единицей поверхности составила 0,65–0,74 мг/см, что больше 0,25 мг/см. Вода с такой степенью агрессивности вызывает язвенную коррозию под слоем ржавчины, что и наблюдается в натуральных условиях. Скорость коррозии металла при этом согласно таблице 6.3 находится в пределах 0,5–10 мм/год. Исходя из толщины стенки трубы 9 мм, последняя даже при минимальном значении скорости коррозии за 14 лет эксплуатации израсходовала почти весь резерв службы ($0,5 \times 14 = 7$ мм). Для водопроводов ДБН В.2.5-74:2013 предписывает для стальных труб внутреннее защитное покрытие. ДБН В.2.5-75:2013 к сточным водам не предъявляет никаких требований и не регламентирует защиту труб. Данный коллектор эксплуатировался без внутреннего защитного (цементно-песчаного) покрытия.

Обобщив изложенное, можно сделать вывод, что одной из причин усиленной коррозии труб является агрессивная сточная вода, транспортирующаяся по незащищенному изнутри трубопроводу.

Несмотря на постоянство состава воды по всему коллектору, некоторые участки разрушались особенно активно. Поэтому были исследованы и другие возможные причины коррозии – грунтовые условия.

Известно, что внешняя поверхность стальных труб подвергается коррозии в результате отсутствия или плохого качества защитных покрытий, а также при нарушении процесса катодной или протекторной защиты, в особенности в зонах блуждающих токов. ДСТУ ГОСТ 9.101:2004 (анализируется документ, действующий на момент проектирования и строительства коллектора) требует в пределах населенных пунктов и промышленных предприятий применения стальных труб с усиленной изоляцией (битумной, толщиной 7,5 мм или из полимерной ленты толщиной 1,5 мм) и катодной защиты вне зависимости от коррозионной активности грунта. Такие же мероприятия необходимы в зонах действия блуждающих токов.

Источниками блуждающих токов согласно ДСТУ ГОСТ 9.101:2004, п. 5.13 являются:

- электрифицированные железные дороги;
- ЛЭП постоянного тока;

- прочие, вызывающие смещение разности потенциалов «медно-сульфатные электрод–труба» на $\Delta U \geq 0,01$ В в отрицательную сторону (по сравнению со стационарным потенциалом трубопровода) или дрейф потенциала.

Измерения производили высокоомным ампер-вольтмером 43302 с внутренним сопротивлением 10 МОм по методике ДСТУ ГОСТ 9.101:2004. По указанной методике были измерены потенциал трубы и удельное электрическое сопротивление грунта в местах проведения ремонта трубопровода. Результаты измерений приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Результаты электрических измерений

Место замера	Уд. электрическое сопротивление грунта, Ом·м	Потенциал трубы, В
КНС№12	20–60	-0,27
КНС№13	120–480	-0,31

Как видно из таблицы 6.4 на обоих участках потенциал выше защитного (-0,87 В), что говорит о незащищенности трубы от внешней коррозии и о необходимости катодной защиты.

Таким образом, агрессивность грунтовых условий по трассе коллектора неоднородна (R от 20 до 480 Ом·м) и колеблется от «низкой до средней» (табл. 6.5) и вызывается либо свойствами грунта, либо действием блуждающих токов. В таблице 6.5 приведена оценка коррозионной активности грунтов.

Таблица 6.5 – Коррозионная активность грунтов по отношению к стали

Коррозионная активность	Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Потеря массы образца, г/(м·час)
Низкая	> 100	До 1
Средняя	20–100	1–2
Повышенная	10–20	2–3
Высокая	5–10	3–4
Весьма высокая	До 5	Св. 4

Согласно ДБН В.2.5-74:2013 и ДСТУ ГОСТ 9.101:2004 для стальных канализационных коллекторов должна предусматриваться наружная усиленная антикоррозионная изоляция, а на участках возможной электрокоррозии – катодная защита.

Таким образом, исследования грунтовой коррозии показали, что эксплуатация коллектора осуществлялась в условиях агрессивности почвы и блуждающих токов без специальных способов защиты, кроме битумной (стандартной) изоляции, недостаточной, согласно нормативным документам.

Исследования грунтовой коррозии показали, что эксплуатация коллектора осуществлялась в условиях агрессивности почвы и блуждающих токов без специальных способов защиты, кроме битумной (стандартной) изоляции, недостаточной, согласно нормативным документам.

Наличие язвенных повреждений на нижней образующей поверхности трубопровода дало основание предположить возможность микробиологической коррозии стали. Для ответа на этот вопрос была выполнена оценка микробиологической агрессивности грунта на основе интегрального критерия по методике, изложенной в работе.

Согласно этого критерия микробиологическая агрессивность грунтов (K_a) к стали оценивается по пятиступенчатой классификации:

- слабоагрессивные $K_a > 1,5$;
- потенциально агрессивные $1,5 < K_a < 4,0$;
- умеренно агрессивные $4,0 < K_a < 7,0$;
- агрессивные $7,0 < K_a < 10,0$;
- весьма агрессивные $K_a \geq 10,0$.

Данные экспериментов исследований приведены в таблице 6.6.

Микробиологическая активность грунта:

$$K_a = \lg \left[\frac{T_{срб.} \cdot T_{тб.} \cdot Fe_{общ.} \cdot S_{общ.}}{\rho} \right], \quad (6.2)$$

$$K_a = \lg \left[\frac{10^5 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 10}{60} \right] = 5,69.$$

Таблица 6.6 – Результаты экспериментов исследований

$T_{срб.}$ – титр сульфатредуци- рующих бактерий, (клетки/г)	$T_{тб.}$ – титр тионовых бактерий, (клетки/г)	$Fe_{общ.}$ – общее железо в грунте, %	$S_{общ.}$ – общая сера в грунте, %	ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м
10	10	0,31	1,0	60

Таким образом, микробиологическая агрессивность грунта на отдельных участках трассы является умеренно агрессивной, т. е. возможен процесс микробиологической коррозии. Поскольку для примера был выбран типичный

случай, то выводы по нему можно распространить на все металлические трубопроводы:

1. Коррозия металлических канализационных трубопроводов протекает по электрохимическому механизму, и вызывается:

- агрессивностью сточной воды, которая обусловлена повышенным содержанием сульфатов и хлоридов;
- агрессивностью грунтов по их трассе;
- блуждающими токами;
- бактериями цикла серы.

2. Низкая надежность металлических трубопроводов от воздействия перечисленных факторов обусловлена следующими причинами:

- заниженными критериями оценки степени агрессивности сточной воды, действующим ДБН Д.2.2-13-99;
- ошибками в расчете и проектировании катодной защиты;
- отсутствием контроля и профилактики при эксплуатации систем катодной защиты;
- отклонениями строительства от проекта или нарушением строительных норм.

Статистика наших наблюдений свидетельствует, что основной причиной повреждений железобетонных трубопроводов является коррозия (при диаметре труб до 500 мм – 30 % случаев, при диаметре более 500 мм – 67 % случаев). При этом на долю повреждений, вызванных внешними грунтовыми условиями, приходится около 5 % случаев.

Опубликовано большое количество работ, посвященных исследованию коррозии и защите от нее строительных конструкций из бетона и железобетона. Их анализ свидетельствует, что основные факторы, определяющие процессы коррозии бетона и железобетона, могут быть сведены к физическим, физико-химическим, электрохимическим и микробиологическим. По данным обследований было установлено, что в подземных условиях ведущим фактором является химический. Химический состав грунтовых вод или почвенной влаги определяет их степень агрессивности к бетону труб и вид коррозии конструкций.

Действие химического фактора изучено хорошо, что нашло свое отражение в ДБН по оценке степени агрессивности химически активных сред с целью назначения защитных мероприятий. Поэтому при соблюдении всех требований и норм в пределах нормативного срока службы конструкций их разрушение маловероятно.

Рассмотрим случай повреждения железобетонных канализационных коллекторов для понимания причин возникновения этих маловероятных событий.

Повреждения, тем более разрушения железобетонных труб снаружи от действия агрессивных грунтовых вод или грунта, крайне редки. Это обусловлено, с одной стороны, сравнительно малой частотой распространения агрессивных грунтовых вод с диапазоном содержания SO_4 в пределах 1000–5000 мг/л, Cl в пределах 200–1450 мг/л, HCO_3 – 3007–1150 мг/л даже в условиях промплощадок, а с другой – широким использованием высокоплотных бетонов на сульфатостойких цементах.

Только в двух случаях нами отмечалось повреждение труб внешней агрессивной средой: в городах Паланге и в Курске. Причем в первом случае поверхность железобетонных труб со стальным сердечником диаметром 600 мм и труб диаметром 1000 мм имела следы кислотного повреждения и отдельные отслоения защитного слоя бетона. Данные трубопроводы находились в заторфованных переувлажненных грунтах с $\text{pH} = 5,0$.

Второй случай (г. Курск) представляет особый интерес как масштабностью аварии (более 50 млн грн) ущерба, так и причиной образования агрессивной среды.

Напорный коллектор городской канализации прослужил до аварии 10 лет и был построен из железобетонных труб ТН-120, диаметром 1200 мм. Трубы выполнены из бетона М 300, водопоглощение которого соответствовало марке В-6–8. Коллектор был разрушен на участке 20 м, поврежден на длине до 180 м; и был полностью заменен – на длине 200 м.

Поверхность извлеченных из земли труб отличалась шероховатостью. Защитный слой бетона толщиной 20 мм местами отслоился и опал, обнажив арматуру. Вдоль трубы на боковой поверхности произошел разрыв спиральной арматуры, под которой в произвольных направлениях в бетоне образовались сквозные трещины шириной более 1 мм. В некоторых местах произошло вываливание бетона с образованием сквозных отверстий размерами около $1,0 \times 0,5$ м. Внутренняя поверхность труб находилась в хорошем состоянии.

Оценка агрессивности грунта была проведена по методикам в 3-х точках:

- непосредственно у места аварии (т. 1);
- в 40 м от места аварии по трассе коллектора (т. 2);
- в 100 м от места аварии по трассе коллектора (т. 3).

Результаты определения содержания агрессивных ингредиентов приведены в таблице 6.7. Рентгенофазовый анализ продуктов коррозии наружной поверхности трубы выявил преобладание этtringита.

Совокупность всех данных свидетельствовала о причине внешней коррозии со стороны грунта именно в том месте, где произошла авария. Расследование причин образования локальной агрессивности грунтов показало, что коллектор находился на глубине 1,0–1,5 м от поверхности земли и на расстоянии 4 м от подъездного железнодорожного пути к кожзаводу.

Таблица 6.7 – Агрессивность грунта по трассе коллектора

Номер точки отбора проб	рН водной вытяжки из грунта (1:4)	Содержание в г на 1 кг грунта		
		SO ₄	Cl	NH ₄ ⁺
1	7,6	38,65	1,21	9,85
2	7,4	11,63	0,36	1,43
3	7,2	0,73	0	0,01

В течение ряда лет выгрузка химических веществ, поступающих для нужд завода, производилась прямо на площадку над коллектором. Последняя была не заасфальтирована и без навеса. Разгружаемые сульфатамоний и хлористый натрий, под действием атмосферных осадков, поступали через грунт на коллектор, вызывая его коррозию, что и привело к аварии.

Выполненные исследования показали, что для повышения надежности самотечных трубопроводов канализации, преобладающих в сетях, необходимо внести ряд дополнений в существующую нормативную базу, а именно:

- металлические трубопроводы канализации использовать только в особых условиях (техногенные и оползневые явления и т. п.) при обязательной усиленной изоляции и электрозащите;
- максимальные скорости потока жидкости не должны превышать 3 м/с для неметаллических и 6 м/с для металлических трубопроводов;
- обязательно устройство санитарно-охранной зоны трубопроводов шириной не менее 5 м в стороны от их оси;
- по всей длине трубопроводов обеспечить равнопрочное основание с модулем общей деформации не менее 11–12 МПа;
- укладку трубопроводов диаметром менее 500 мм осуществлять только на спрופилированное основание;
- у надземных трубопроводов, располагаемых в особых условиях, предусматривать устройства для возможности корректировки их положения в период эксплуатации.

Наряду с этим необходимо широко использовать эластичные стыки с одновременным действенным контролем за их качеством. Одновременно необходимо широко использовать современные методы наблюдения и диагностики трубопроводов.

Наилучшим и всеобъемлющим решением повышения долговечности канализационных сетей является повышение их ремонтпригодности, которое может быть достигнуто путем кольцевания и дублирования, что позволяет эпизодически опорожнять коллекторы и выполнять осмотры, текущие и капитальные ремонты.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Фактор агрессивности почв, учет его при прокладке водоотводящих сетей.
2. Коррозия металлических канализационных трубопроводов, условия грунтовой среды.
3. Интенсивность отказов при эксплуатации канализационной сети.
4. Оценка коррозионной активности сточных вод.
5. Источники блуждающих токов, учет их и проектирование водоотводящих сетей.
6. Микробиологическая активность грунтов.
7. Основные факторы, определяющие коррозию бетонных канализационных труб.
8. Мероприятия, повышающие надежность отводящих канализационных сетей.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. При удалении газа из канализационных колодцев можно ли использовать следующие приемы?
 - А. Естественное освещение.
 - Б. Удаление газа выжиганием.
 - В. Нагнетание воздуха вентилятором.
 - Г. Удаление осадка.
2. Определите коррозионную активность грунта по отношению к стальным трубопроводам, если удельное сопротивление грунта составляет:
А. 30 Ом. Б. 150 Ом. В. 200 Ом.
3. При образовании агрессивной среды в канализационном коллекторе имеют ли место следующие процессы?
 - А. Химическое окисление.
 - Б. Микробиологическое окисление.
 - В. Нагрев поврежденных труб.
 - Г. Осаждение осадков в трубах.

7 КОРРОЗИЯ БЕТОННЫХ КАНЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Статистика наблюдений свидетельствует о преобладании коррозионных разрушений бетонных и железобетонных самотечных коллекторов от действия эксплуатационной среды.

Многочисленные исследователи единодушно признают ответственными за это явление в канализационных сетях микроорганизмы – биологический компонент загрязнений сточных вод. Однако целостной картины и полного понимания до сих пор нет, чем и объясняется отсутствие в современных нормативных документах регламентирующих указаний по защите от него.

Ниже проанализированы основные закономерности этого явления на примере аварийных коллекторов.

Известно, что характер и скорость коррозионных процессов зависят от следующих факторов:

- вида бетона, зависящего от количества и качества, входящих в его состав материалов, способа уплотнения бетона и его плотности, от режима тепловой обработки;

- вида сточных вод, наличия органических примесей, кислот, щелочей, стоячие или текущие и т. д.;

- вида газов, выделяемых сточными водами внутри коллекторов (сероводород, углекислота, аммиак, метан).

Установлено, что:

1. Коррозия коллекторов вследствие воздействия сероводорода, выделяемого сточными водами, наблюдается лишь в тех городах, сточные воды которых содержат много солей, принадлежащих к классу сульфатов, и где температура сточных вод выше 20 °С.

2. В бетонных коллекторах, где свежие сточные воды с большим содержанием сульфатов, коррозия бетона не наблюдается, если коллектор уложен с уклоном, обеспечивающим самоочищающую скорость.

3. Бетонный коллектор корродирует от действия окисленного сероводорода независимо от способа укладки бетона в коллектор.

4. Верховья канализационной сети являются наиболее безопасным местом для применения бетонных труб, т. к. здесь сточные воды свежи и не успели загнить.

5. Облицовочные керамические плиты, битуминозные вещества для поверхностного покрытия бетона, замазки из песка и серы или покрытия непригодны для защиты бетона от коррозии.

6. Наиболее действенным способом защиты коллекторов от коррозии является предварительная обработка стоков хлором для уничтожения бактерий, образующих агрессивные газы.

Возникновение агрессивной среды состоит в следующем. В самотечных коллекторах в лотке скапливается осадок, выпадающий из сточных вод, где в бескислородных условиях происходит развитие сульфатредуцирующих бактерий, выделяющих в качестве продуктов жизнедеятельности H_2S и CO_2 .

Сероводород накапливается выше уровня жидкости и конденсируется на стенках и своде коллектора, где тионовые бактерии окисляют его до серной кислоты, разрушающей бетон (рис. 7.1). Биоразрушение канализационных труб идет только при наличии в стоке сероводорода. Предложена двух-ступенчатая схема коррозии бетонных труб, согласно которой на первой стадии сульфатредуцирующие бактерии образуют сероводород, который после конденсации на поверхности окисляется тионовыми бактериями до серной кислоты (вторая стадия), разрушающей бетон. Схема протекающих процессов приведена в таблице 7.1.

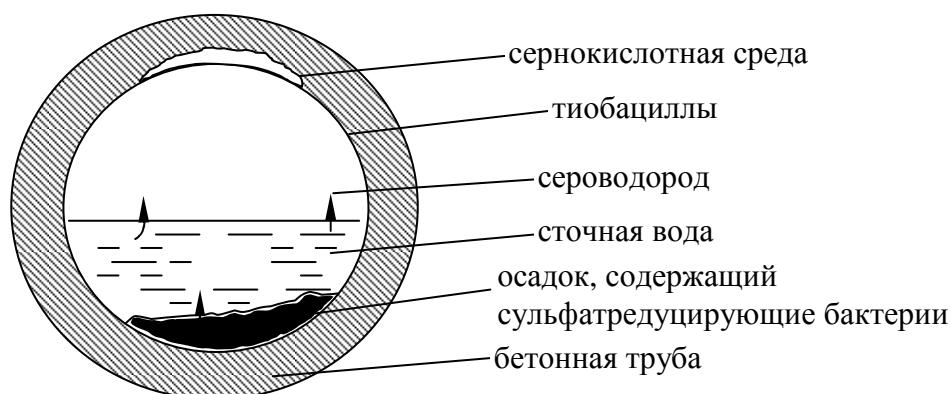


Рисунок 7.1 – Схема коррозии бетонных труб

Таблица 7.1 – Стадии биоразрушения канализационных труб

ПАРКЕР (PARKER)		Ригдон, Бёрдслей (Rigdon, Beardsley)	
рН бетона	Процесс	рН бетона	Процесс
1	2	3	4
12,0	Карбонизация извести	12,0	Карбонизация
8,4	Фиксация H_2S , образующегося в осадке; образование тиосерной и полиотионовой кислот	9,0	Т. тиопарус (T. thioparus) окисляют H_2S , образующийся из ила, в тиосерные и полиэтиленовые кислоты
7,5	Различные бактерии, окисляющие тиосерные кислоты в полиотионовые кислоты; Т. тиопарус (T. thioparus) окисляют их до S и H_2SO_4		

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4
5,0	Т. конкретиворус (T. concretivorus) окисляет до H ₂ SO ₄	5,0	Т. конкретиворус (T. concretivorus) образует H ₂ SO ₄
2,0	Скорость коррозии бетона увеличивается при снижении pH	2,0	Температура воды и осадка была до 32 °С

Схему образования агрессивной среды вследствие биохимических процессов предложена Klose N (рис. 7.2).

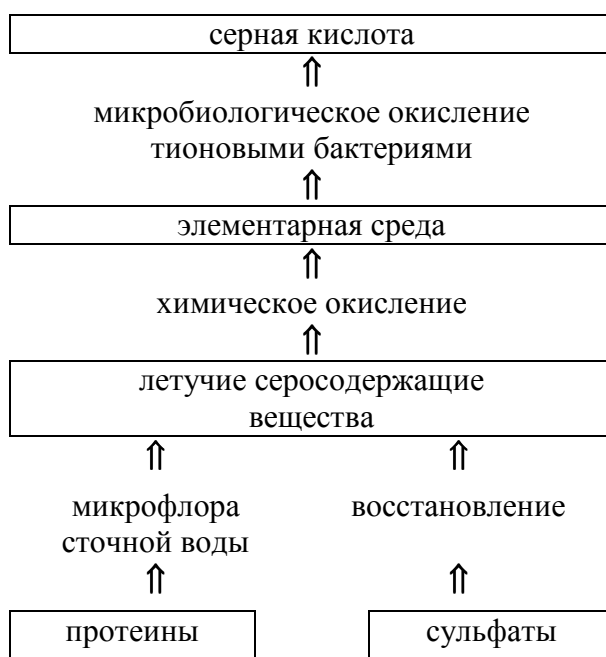


Рисунок 7.2 – Схема биохимического образования агрессивной среды

Схему образования агрессивной среды и ее воздействие на материал труб можно разделить на три этапа:

1. Образование сероводорода в анаэробных условиях сточной жидкости (осадка) сульфатредуцирующими бактериями.
2. Выделение (дегазация) сероводорода из потока сточной жидкости в атмосферу подсводного пространства трубопровода.
3. Растворение газообразного сероводорода в конденсатной влаге на поверхности труб и окисление его в аэробных условиях тионовыми бактериями до серной кислоты, разрушающей материал конструкций.

Соответственно назначаются и защитные мероприятия, преимущественно использование полимербетонов и полихлорвинила. Однако такой способ оценки агрессивности явно сложен, так как требует специальной методологии и пригоден только для эксплуатирующихся коллекторов, которые «обзавелись»

микрофлорой. В качестве критерия наличие сероводорода в газовой фазе коллектора и по его концентрации пытаются оценить степень агрессивности среды, а способом защиты от коррозии рекомендуют вентиляцию сетей.

Недостатком этого решения является то, что замеры концентрации сероводорода необходимо проводить уже в работающих коллекторах.

Избрание критерием агрессивности химического состава сточных вод, как это практикуется сейчас по существующим ДБН Д.2.2-13-99 «Защита строительных конструкций от коррозии», абсолютно не эффективно, потому что не учитываются микробиологические процессы, создающие агрессивную среду (табл. 7.1).

Натурные обследования аварийных канализационных сетей позволяют отметить следующее:

1. Потенциально опасным с точки зрения возникновения коррозий являются стоки предприятий, содержащие большое количество органических веществ (мясокомбинаты, биохимзаводы, фабрики по переработке животного и растительного сырья, пивзаводы и т. п.).

2. Во всех случаях происходит разрушение надводной части труб и конструкций.

3. Коррозия труб происходит на участках после локальных очистных сооружений с анаэробным процессом очистки вод.

4. В напорных трубопроводах коррозия отсутствует, а при переходе потока в безнапорный режим коррозия становится интенсивной.

5. Повышение температуры и кислотности воды увеличивает интенсивность коррозии труб.

6. Коррозия трубопроводов приурочена к местам резкого изменения скорости водного потока: перепадным колодцам, подключениям, участкам с большими уклонами труб и т. п.

Для выяснения причин избирательного разрушения труб были проведены исследования состава сточных вод и его влияния на материал конструкций.

В составе сточных вод содержится целый комплекс различных химических элементов и соединений. Исходя из классификации основных видов коррозии, вызываемых определенными веществами, степень агрессивности сточных вод по отношению к бетону и железобетону оценивается по ДБН по критериям, приведенным в таблицах 7.2, 7.3.

Таблица 7.2 – Агрессивность кислых водных растворов по отношению к бетону в зависимости от pH

pH раствора	Степень агрессивности по отношению к бетону проницаемостью			pH раствора	Степень агрессивности по отношению к бетону проницаемостью		
	4	6	8		4	6	8
6,5–5	1*	0	0	3,5–3	3	3	2
5–4	2	1	0	менее 3	3	3	3
4–3,5	3	2	1				

* Примечание: Условные обозначения агрессивности воды:

(0) – неагрессивная; (1) – слабоагрессивная;

(2) – среднеагрессивная; (3) – сильноагрессивная.

Таблица 7.3 – Степень агрессивного воздействия водных сред на конструкции из бетона и железобетона

Показатель агрессивности	Показатель агрессивности жидких сред при марке бетона по водонепроницаемости			Степень агрессивного воздействия
	W4	W6	W8	
Бикарбонатная щелочность, мг-экв/л, (град)	0–1,05 (3)	–	–	1
Содержание агрессивной углекислоты, мг/л	10–40 св. 40	св. 40	–	1
		–	–	2
Содержание магниевых солей, мг/л, в пересчете на Mg^{2+}	1000–2000	2000–3000	3000–4000	1
	2000–3000	3000–4000	4000–5000	2
	св. 3000	св. 4000	св. 5000	3
Содержание аммонийных солей мг/л, в пересчете на NH_4^+	1000–500	500–800	800–1000	1
	500–800	800–1000	1000–1500	2
	св. 800	св. 1000	св. 1500	3
Содержание едких щелочей, мг/л, в пересчете на Na^+ и K^+	50 000–60 000	60 000–80 000	80 000–100 000	1
	60 000–80 000	80 000–100 000	100 000–150 000	2
	св. 80 000	св. 100 000	св. 1 500 000	3
Суммарное содержание хлоридов, сульфатов и др. солей мг/л	10 000–20 000	20 000–50 000	50 000–60 000	1
	20 000–50 000	50 000–60 000	60 000–70 000	2
	св. 50 000	св. 60 000	св. 70 000	3

Считается, что городские сточные воды, а под этим термином подразумевается смесь хозяйственно-бытовых и производственных стоков, являются не агрессивными к бетону. Действительно, если сопоставить состав сточных

вод некоторых предприятий, с которыми пришлось встречаться в нашей практике (табл. 7.4), с данными таблиц 7.2, 7.3, то все они являются не агрессивными к бетону либо за редким исключением слабоагрессивными по какому-нибудь показателю.

Исходя из этого, трудно связать коррозионное разрушение труб в надводной зоне с химическим составом сточных вод. Тем не менее, наблюдается определенная корреляция между видом сточной воды и сроком службы бетонных и железобетонных труб. В таблице 7.5 приведены случаи аварий, иллюстрирующие продолжительность безаварийной работы коллекторов, скорость коррозии труб и вид сточных вод. Условно все виды транспортируемых по трубам стоков разбиты на 3 группы: хозяйственно-бытовые и смесь хозяйственно-бытовых и промышленных, где преобладают первые, и промышленные сточные воды в чистом виде или незначительно разбавленные хозяйственными водами.

Наименьшая скорость коррозии труб наблюдается под действием хозяйственно-бытовых сточных вод, наибольшая – в трубах, транспортирующих промышленные сточные воды.

Сравнивая скорости коррозии и средний срок эксплуатации бетонных и железобетонных труб, следует отметить, что последние менее долговечны. Вероятно, коррозия арматуры ускоряет общий процесс разрушения труб (табл. 7.5).

Сопоставляя сроки службы трубопроводов, транспортирующих хозяйственно-бытовые сточные воды и промышленные стоки, можно заметить, что они различаются почти в 3 раза.

Таблица 7.4 – Состав и концентрация загрязнений в сточных водах различных предприятий

Показатели	Единица измерения	Хозяйственно-бытовой	Кожзавод	Мясо-комбинат	Рыбо-консервный комбинат	Пиво-варенный завод	Первичной обработки шерсти	Биохим-завод
Взвешенные вещества	мг/л	1700	2870	1500	1430	593	2590	213
ХПК	мг O ₂ /л	400	3200	2000	2940	1200	4100	410
БПК _{полн.} , (БПК ₅)	мг O ₂ /л	200	1450	800	2000	980	510	–
pH	ед.	8,5	8,5	6,5–8,5	7	5	8,3	7,5
NH ₄ ⁺	мг/л	30	220	30	60	–	–	8
Cl [–]	мг/л	150	2460	900	1420	290	–	180
SO ₄ ⁻²	мг/л	500	690	500	19	200	–	150
S ₂ [–]	мг/л	–	230	–	–	–	–	–
Жироподобные вещества	мг/л	50	550	1000	1800	–	700–1000	–
СПАВ	мг/л	30	–	–	–	–	500	–
Температура	°C	8–20	8–20	18–25	17	8–20	–	20–40
CO ₂ (своб.)	мг/л	20	–	100	–	50	–	440

Таблица 7.5 – Средний срок службы и средняя скорость труб в зависимости от вод

ВИД СТОКОВ	ТРУБЫ			
	БЕТОННЫЕ		ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ	
	средний срок службы, годы	средняя скорость коррозии, мм/год	средний срок службы, годы	средняя скорость коррозии, мм/год
хозяйственно-бытовые	21,3	1,93	23,4	3,85
хозяйственно-бытовые + промышленные стоки	14,8	3,95	13,5	8,28
промышленные сточные воды	8,0	8,05	7,7	13,60

Анализируя таблицу 7.4, можно отметить, что по содержанию ингредиентов эти стоки равноценны, но отличаются более высоким содержанием в промстоках органики (в данном случае жиров и ПАВ) и показатели ХПК (химическое потребление кислорода). Эти показатели не входят в критерии оценки степени агрессивности среды ДБН. Поэтому если ими пренебречь, а воспользоваться традиционными и сопоставить с таблицами 7.2, 7.3, то данные стоки являются к бетону не агрессивными. Это соответствует действительности только для подводной части труб.

Следовательно, в надводной части труб из неагрессивной по отношению к бетону сточной воды формируется сильно агрессивная газовая среда.

Придерживаясь гипотезы о биогенном формировании газообразной среды, были выполнены замеры концентрации газов на ряде аварийных коллекторов с использованием шахтного интерферометра ШИ-3, ШИ-10 и фотоколориметрического анализатора.

В таблице 7.6 приведены данные о составе газовых сред в сопоставлении с данными из других источников.

Кроме приведенных газов, воздушная среда коллекторов содержит меркаптаны, аммиак, водород, летучие углеводороды. Наличие всех этих газов в воздушной среде коллекторов не обязательно, некоторые из них приурочены только к определенным видам сточных вод или определенным условиям коллектора с одним видом сточной воды.

Таблица 7.6 – Состав газовой среды коллекторов

Газ	Ед. измерения	ПДК газа в рабочей зоне	по [3]	по [20]	по [17]
CO ₂	% об	0,5	0–3	0–2,5	0–3,5
CH ₄	% об	2,0	0–5,5	0–5	0–6,0
H ₂ S	мг/л	0,01	0–0,07	0–0,2	0–0,6
SO ₂	мг/л	0,02	0–0,004	–	–
CO	мг/л	0,02	0–0,028	–	–

Из рассмотренных газов слабой и средней агрессивностью к бетону в данной концентрации обладают CO₂ и SO₂, а сильноагрессивным является сероводород. Обращают на себя внимание газы CO₂, CH₄, H₂S, которые являются газами биогенного происхождения, и по своей концентрации значительно превышают газы других видов. Правильное толкование происхождения этих газов и установление связи в их образовании с видом сточных вод и конкретными физическими условиями позволит определить критерии потенциальной агрессивности сточных вод.

Нами выполнены исследования влияния микроорганизмов на процесс разрушения канализационных труб. Объектами исследований были аварийные коллектора пивзавода, мясокомбината, биохимзавода, состав эксплуатационных сред, которых приведен в таблице 7.7, качественный и количественный состав микробных сообществ в таблице 7.8.

Фазовый состав бетона определен на дифректметре «Дрон-3» (напряжение – 35 КВ, ток – 10 мА, излучение – $lu \alpha$). Исходя из данных таблицы 7.7, принципиальных различий в химическом составе стоков нет, но и по количеству сульфатов и хлоридов сток мясокомбината более агрессивен. В нем более интенсивно в сравнении с другими шло образование сероводорода и разложение биологического и химического компонентов сточных вод. Значение БПК₅ и ХПК здесь максимальны. В стоках биохимзавода эти показатели примерно в 4 раза ниже, но во всех случаях ХПК превышает БПК не более чем в 2 раза. Эти данные свидетельствуют о том, что в исследуемой экологической нише возможно накопление значительных количеств коррозионных агентов химического и биогенного происхождения, однако выделить, какой-либо из разнообразных химических и биологических процессов в качестве основного не представляется возможным.

Таблица 7.7 – Химический состав сточных вод и газовой фазы коллекторов

Показатели	Сток пивзавода	Сток мясокомбината	Сток биохимзавода
pH	5–6	5,8	7,5–7,8
t, °C	18–25	18–25	20–40
БПК ₅ , мг/л O ₂ /л	1000	800–1900	300–500
ХПК, мг/л O ₂ /л	1200–1400	2000–4000	400–1000
SO ₄ ²⁻ , мг/л	250	500	150
Cl ⁻ , мг/л	300–500	900–1000	180–200
NO ₃ ⁻ , мг/л	2,5	0,1	3,6
NO ₂ ⁻ , мг/л	0,5	0,05	0,6
Ca ²⁺ , мг/л	90–150	75–150	До 1000
Mg ²⁺ , мг/л	26–30	50–70	30–40
CO ₂ (своб.), мг/л	До 100	До 150	До 470
Fe (общ.), мг/л	–	–	1,7
Азот + фосфор, мг/л	80 + 20	60 + 40	–
Сахара, спирты, органич. кислоты, мг/л	–	–	1000–1500
H ₂ S, мг/л	0,15	0,25	0,28
CO ₂ , %	3,0	2,5	3,0
CH ₄ , %	5,0	4,5	3,0
Скорость коррозии бетона, мм/год	6,0	7,5	8,0

Таблица 7.8 – Состав микробных сообществ на корродированных бетонных трубах

Коллектор	АБ	ДНБ	ПМ	АТБ	МТБ	СРБ	Б	Д	ЖВБ	УОБ
пивзавод	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁵	10 ²	10 ⁴	10 ²	10 ⁷	10 ⁵	0	0
мясокомбинат	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁴	10 ²	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	10 ³	0	0
биохимзавод	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁴	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵	10 ³	10 ⁵	10 ⁵

Примечание. АБ – аммонифицирующие бактерии; ДНБ – денитрифицирующие бактерии; ПМ – псевдомонады; АТБ – автотрофные тионовые бактерии; МТБ – миксотрофные тионовые бактерии; СРБ – сульфатредуцирующие бактерии; Б – бациллы; Д – дрожжи; ЖВБ – железовосстанавливающие бактерии; УОБ – углеводородокисляющие бактерии.

Вполне вероятно, что компонентный состав исследуемых стоков в идентичных условиях эксплуатации является основным фактором, регулирующим структуру коррозионно-активных микробных сообществ.

Приведенные максимальные количества бактерий циклов азота, серы и углерода, обнаруженные в 1 г корродированного бетона (табл. 7.8.),

указывают на то, что во всех трех вариантах стоков микробные сообщества практически однородны, хотя в коллекторе биохимзавода обнаружены ЖБВ и УОВ бактерии, не развивающиеся на других объектах. Различия в числе бактерий одной группы обусловлены колебаниями в количественном содержании источников энергии для клеток в сточной воде. Незначительное содержание нитратов и нитритов в стоках мясокомбината по сравнению с другими двумя вариантами сточных вод (соответственно 0,15 и 3,0–4,2) обуславливает уменьшение на 2–3 порядка численности ДНБ бактерий СРБ и ДНБ. В 1 г разрушенного бетона их соответственно на 3 и 1 порядок меньше, чем на бетоне и других коллекторах. Большая численность СРБ в коллекторах мясокомбината и биохимзавода обуславливает и более высокое процентное содержание сероводорода в газовой среде. Обнаружено большое количество в трубах пивзавода дрожжей (Д), бацилл (Б), псевдомонад (ПМ) и аммонифицирующих (АБ) бактерий – на 1–2 порядка выше, чем на других объектах.

Возможно, более интенсивное развитие бактерий в данном коллекторе и способствует сглаживанию между БПК₅ и ХПК.

Численность автотрофных тионовых бактерий (АТБ) во всех исследованных коллекторах ниже, чем у других групп микроорганизмов. Микрофлора обследованных коллекторов чрезвычайно разнообразна по составу и отличается от описанной в литературе, где основным возбудителем коррозии считаются тионовые бактерии (*T. thiooxidans*). Однако не полностью прослеживается описанная стадийность процессов:

- гетеротрофными микроорганизмами (АБ, Д, Б) потребляется органика с поглощением в воде кислорода и созданием анаэробных условий, что подтверждается наличием в воде и газовой фазе метана и углекислоты;

- при этом идет развитие сульфатредуцирующих бактерий (СРБ), восстанавливающих сульфаты до сероводорода;

- окисление последнего на поверхности труб тионовыми бактериями до серной кислоты, разрушающей бетон.

Единообразие качественного состава микробных сообществ на трех обследованных объектах и сходство химического состава в эксплуатационных средах обуславливают аналогичные процессы, что подтверждается идентичными по характеру рентгенограммами цементного камня из бетона труб.

Фазовый состав продуктов коррозии указан в таблице 7.9.

Таблица 7.9 – Фазовый состав неповрежденного и разрушенного цементного камня

Поверхность бетона	Минерал	Межплоскостные расстояния, Å°
Неповрежденная	5CaO·2SiO ₂ ·H ₂ O	1,808; 1,907; 2,479; 3,017; 3,673
	4CaO·Al ₂ O ₃ ·19H ₂ O	1,808; 2,073; 2,186
	4CaO·Al ₂ O ₃ ·13H ₂ O	1,865; 2,273; 2,379
	Ca·SiO ₂	1,998; 3,321; 4,218
Разрушенная	3CaO·Al ₂ O ₃ ·3CaSO ₄ ·32H ₂ O	1,707; 1,808; 2,229; 2,679; 3,676; 4,716
	3CaO·Al ₂ O ₃ ·CaCO ₃ ·12H ₂ O	1,889; 2,520; 2,864; 7,619
	CaSO ₄ ·2H ₂ O	1,522; 2,679; 3,059
	β-SiO ₂	1,972; 2,456; 3,314; 4,246

В продуктах коррозии бетона идентифицированы этtringит, гидрокарбоалюминат кальция, гипс и β-кварц. Такой состав продуктов коррозии бетона канализационных труб свидетельствует о том, что процесс их разрушения намного сложнее, чем трактовалось раньше.

Химический состав неповрежденного и корродированного бетона приведен на рисунках 7.10, 7.11.

В результате сопоставления полученных результатов и данных других исследователей процесса образования агрессивной среды и коррозии бетона представляется следующим образом.

Таблица 7.10 – Изменение химического состава бетона в результате биогенной серноокислой коррозии, %

Показатели	по [16]		по [3]		по [19]	
	здоровый бетон	разрушенный бетон	здоровый бетон	разрушенный бетон	здоровый бетон	разрушенный бетон
Водопоглощение	2,3	3,7	2,13	4,12	–	–
Потери при прокаливании	–	–	10,11	20,21	–	–
SiO ₂	23	29	26,38	30,75	36,7	23,3
Al ₂ O ₃	7,1	4,7	9,04	6,40	6,6	4,8
CaO	60	43	23,36	17,30	26,7	23,9
MgO	1,0	1,1	3,38	3,49	1,1	1,2
SO ₃	2,8	34,5	2,37	16,62	3,3	31,1
pH вытяжки (1:4)	11,8	7,2	–	–	–	–

Таблица 7.11 – Соотношение молекулярных и удельных весов, объемов компонентов, образующихся при коррозии цементного камня бетона

Компоненты	Молекулярный вес	Удельный вес	Молекулярный объем
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	172,1	2,32	74,1
CaCO_3	100,0	2,7–2,9	36,0
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	74,0	2,08	35,6
Al_2O_3	102,2	3,75–4,0	26,5
CaO	56,1	3,08	18,2
H_2O	18,8	1,0	18,0
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$	1218,8	1,52	801,8

Сточные воды анализируемых предприятий содержат органические вещества по показателю ХПК 1400–4000 мг·О₂/л. По существующим представлениям образование агрессивной среды связано с деятельностью микроорганизмов. При этом в бескислородных условиях иловой части сточных вод СРБ выделяют сероводород. Наличие большого количества органических веществ в стоках способствует интенсивному развитию различных гетеротрофных микроорганизмов, окисляющих органические вещества, как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Причем в ассоциации с СРБ гетеротрофные микроорганизмы осуществляют роль поглотителей кислорода и создают анаэробноз, стимулирующий выделение сероводорода. Таким образом, в создании агрессивной газовой среды (СО₂ и Н₂С) роль гетеротрофных микроорганизмов первична. Сначала идет выделение СО₂, а затем Н₂С. Одновременно в подсводное пространство идет выделение и других газов биогенного происхождения: летучих жирных кислот (ЛЖК), СН₄, Н₂, NH₃, N₂. Их концентрация зависит от многих факторов, в т. ч. и от рН воды.

На первом этапе при взаимодействии СО₂ с гидроксидом кальция образуется его карбонат:

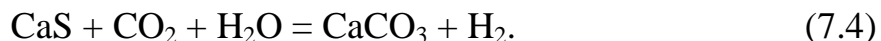


Одновременно может происходить и взаимодействие с сероводородом:

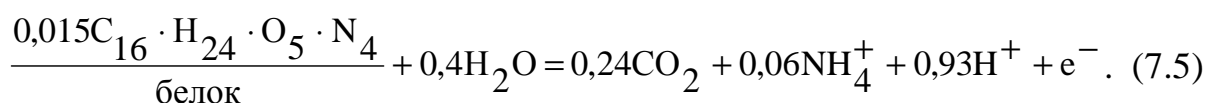


В результате поверхность бетона несколько упрочняется и снижается щелочность бетона рН = 12,5 до рН = 9,5. В конденсатной влаге происходит растворение газов в соответствии с их парциальным давлением в газовой среде. По расчету для максимальных значений парциальных давлений (СО₂ = 0,05 атм.; Н₂С = 0,0002 атм.) их концентрация составляет 84 мг/л и 0,78 мг/л соответственно.

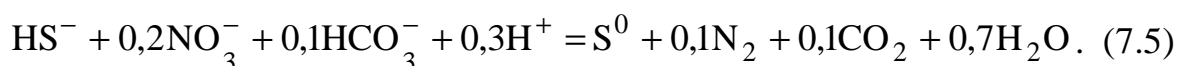
Это приводит к преимущественному воздействию на данном этапе углекислоты. При этом происходит растворение карбоната кальция, а с другой стороны – его образование:



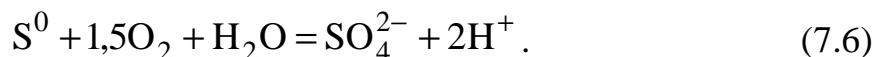
В результате снижения порога pH поверхность бетона покрывается пленкой микроорганизмов (табл. 7.8). Увеличение биомассы на поверхности бетона сопровождается и ее отмиранием. В результате утилизации отмерших в биопленке клеток АБ выделяют аммиак:



Денитрифицирующие бактерии (ДБ) окисляют сероводород, образующийся либо в биопленке, либо из газовой среды до элементарной серы.



Заканчивают процесс тионовые бактерии окислением элементарной серы до серной кислоты:

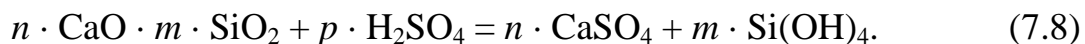
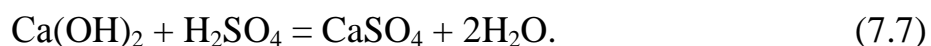


В пристенном слое биопленки, где кислород отсутствует, сульфатредуцирующие бактерии (СРБ) могут восстанавливать сульфаты до сероводорода. Этот процесс образования агрессивной среды довольно громоздок, однако он позволяет учесть все группы микроорганизмов, находящихся в биопленке.

Таким образом, возникновение агрессивной среды может происходить двумя путями – выделением сероводорода из сточной воды с последующим его биоокислением до серной кислоты и путем образования его в пристенном слое бетона под биопленкой с последующим окислением его тионовыми бактериями до той же серной кислоты.

Гораздо предпочтительней первый, т. к. количество H_2S , выделившееся из воды, намного превышает его образование в биопленке.

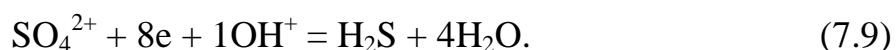
Подтверждением того факта, что серная кислота – это продукт биологического окисления H_2S , является то, что концентрация серной кислоты не превышает 5 % ($\approx 1 \text{ Н}$), что соответствует $\text{pH} = 0,16$, а это нижний предел выживаемости кислотостойких тионовых бактерий. Образующаяся серная кислота взаимодействует в первую очередь с гидроксидом кальция, а при его исчерпании с другими составляющими бетона:



Растворимость образовавшихся в результате реакции между кислотой и компонентами цементного камня солей кальция и остаточных продуктов разрушения силикатов, алюминатов и ферритов в виде гелей гидроксидов кремния, алюминия и железа определяют структуру и диффузионную проницаемость слоя продуктов реакций и, соответственно, скорость развития коррозии (табл. 7.10). Этот процесс относится ко II виду коррозии по классификации В. М. Москвина.

Наличие сульфатов в растворе оказывает двойственное влияние на процесс коррозии, интенсифицирует коррозию I вида за счет увеличения растворимости гидроксида кальция и приводит к образованию гидросульфата алюмината кальция (табл. 7.9). Последний характеризуется увеличенным объемом за счет кристаллизационной воды (табл. 7.11). Образование этого соединения, как правило, приводит к образованию трещин в бетоне органических соединений, воды и микробных клеток. Этот процесс относят к III виду коррозии.

Анаэробные условия в этих трещинах способствуют развитию в них сульфатредуцирующих бактерий, которые восстанавливают сульфаты до сероводорода:



На основании изложенного канализационный коллектор можно представить в виде биологического реактора, где тесно переплетены биологический и химический процесс. В общем случае, механизм разрушения бетона можно разделить на три вида химической коррозии, каждый из которых вызван жизнедеятельностью микроорганизмов.

Создание коррозионной ситуации начинается в сточной жидкости с образованием микроорганизмами летучих продуктов их метаболизма, а развитие процесса коррозии происходит на внутренней поверхности труб за счет трансформации этих продуктов поверхностной биопленкой в коррозионно-активные вещества.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Особенности газовых коррозий водоотводящих сетей.
2. Газовая коррозия водоотводящих коллекторов.
3. Стадии биологического разрушения бетонных канализационных труб.

4. Схема биохимического образования агрессивной среды в водоотводящей сети.
5. Аварии на канализационных сетях вследствие коррозионных явлений.
6. Агрессивное воздействие сточных вод на бетонные и железобетонные трубы водоотводящих сетей.
7. Влияние химического состава сточных вод на коррозию водоотводящих сетей.
8. Состав газовой среды в канализационных трубах.
9. Химический состав сточных вод водоотводящих сетей.
10. Развитие бактериального состава в железобетонных коллекторах при транспортировке сточных вод.
11. Фазовый состав продуктов коррозии, образующейся в канализационных сетях.
12. Химический состав обычного и коррозионного бетона водоотводящих сетей.
13. Биогенная сернокислая коррозия.
14. Этапы взаимодействия CO_2 с составом бетона канализационных труб.
15. Бактериологический состав отложений труб канализационной сети.
16. Развитие процесса коррозии на внутренней поверхности труб и коллекторов.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. От чего зависит количество осадков, образуемых в процессе очистки сточных вод:
 - А. От температуры воды.
 - Б. От состава сооружений технологической схемы.
 - В. От длительности обработки воды.
 - Г. От концентрации загрязнений в исходной воде.
2. Вынос плавающих веществ с осветленной водой:
 - А. Неисправность плавающей доски.
 - Б. Большие щели в доске.
 - В. Неисправность плавающего бункера.
 - Г. Несвоевременное удаление осадка.
 - Д. Наличие эффекта флотации.

8 СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Биологический фактор в коррозии канализационных сооружений – многостадийный процесс, каждый этап которого зависит от определенных физико-химических, биологических и гидравлических условий.

Характеристику этого явления иллюстрирует таблица 8.1. Исследования, проведенные для каждого из этапов этого процесса, свидетельствуют, что изменение условий на этих этапах позволяет изменить и ход всего процесса.

Этап сульфатредукции зависит от физико-химических условий в сточной воде, в первую очередь от наличия в воде кислорода. Его дефицит способствует развитию СРБ, а его наличие угнетает их развитие. Органические вещества, особенно их вид и концентрация, отражаются на интенсивности процесса сульфатредукции даже при оптимальном для бактерий ОВП. Такое сочетание физических условий, источника энергии и питания для бактерий наблюдается не повсеместно в коллекторах, а в определенных зонах, обусловленных конструктивными причинами: застойными зонами, напорными участками, заиленностью трубопроводов. Наличие в воде химических веществ, таких как **хлор, нитриты, окислители**, способны ингибировать процесс сульфатредукции даже в оптимальных условиях.

Дегазация сероводорода зависит от гидравлики потока: наличия свободной поверхности воды, низкого значения рН, состояния и турбулентности потока воды и также определяется конструктивными особенностями сооружения.

Микробная коррозия, т. е. окисление сероводорода тионовыми бактериями до серной кислоты, зависит от вида контакта микроорганизмов с поверхностью трубы и от их удельной концентрации. Концентрация микробных клеток зависит от свойств поверхности: сухая или влажная, гладкая или пористая, возможен ли свободный доступ кислорода воздуха к месту контакта микроорганизмов с твердой поверхностью.

Полученные сведения позволяют предположить, что, используя все факторы, неблагоприятные для протекания процессов на каждом из перечисленных этапов, можно в целом воздействовать на биологический фактор коррозии с целью его подавления или уменьшения его последствий.

Установленные основные критерии потенциальной агрессивности воды и степень агрессивности сероводородной среды по отношению к бетону дают возможность прогнозировать не только срок службы конструкций, но и участков наиболее вероятного их разрушения, позволяет целенаправленно

предусматривать наиболее эффективные защитные мероприятия, которые рассмотрены ниже в таблице 8.1.

Анализ данных таблицы 8.1 показывает, что биологический фактор – это 3-хстадийный процесс: сульфатредукции, дегазации, микробной коррозии. Каждая из стадий процесса требует особых условий с определенными оптимальными физическими, химическими или биологическими параметрами. При отклонении от оптимальных условий хоть одного из них на любой из стадий весь процесс нарушается и может быть прерван. Исходя из этого предположения, систематизированы все факторы и способы их реализации для воздействия на биологический фактор с целью уменьшения его проявления, т. е. для торможения формирования агрессивности среды и, следовательно, уменьшения коррозионного износа и повышения долговечности трубопроводов.

Таблица 8.1 – Характеристика микробиологического фактора коррозии

Условия протекания процесса	Микробиологический фактор коррозии		
	сульфатредукция ¹	дегазация ²	микробная коррозия ³
1	2	3	4
Предпосылки возникновения	Создание в воде условий для сульфатредукции: – аэробные условия ($E_h < 0$); – наличие сульфатов и серосодержащих веществ; – наличие органических веществ	Наличие раздела водной и воздушной фаз	Наличие конденсатной влаги, на поверхности конструкций, кислорода и биопленки микроорганизмов
Факторы, усиливающие процесс	Снижение ОВП, по показателю E_h до значений – 450 мВ; преобладание органических веществ над серосодержащими ($\text{SO}_4^{2-}/\text{ХПК } 0,1-1,0$); постоянная температура воды в интервале 15–45 °С; малая скорость и турбулентность потока воды	Высокая турбулентность и бурное состояние потока воды; высокая температура (> 20 °С) и низкое значение pH ($< 7,0$) воды	Высокая удельная концентрация микроорганизмов на единицу поверхности
Факторы, ингибирующие процесс	Аэробные условия в воде, низкое содержание органических веществ, присутствующие в воде нитриты, нитраты, хлор, окислители, низкая температура воды	Высокое значение pH воды, спокойное состояние потока воды и малая его турбулентность	Сухая поверхность конструкций, низкая удельная концентрация микроорганизмов, пассивность материала конструкций к действию кислот

¹ Сульфатредукция – восстановление сульфатов и серосодержащих веществ до сульфидов в сточной воде.

² Дегазация – выход в атмосферу коллектора из сточной воды молекулярного сероводорода.

³ Микробная коррозия – контакт и растворение газообразного сероводорода в конденсатной влаге, и окисление в присутствии кислорода серобактериями до серной кислоты с последующим взаимодействием ее с материалом конструкций.

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4
Место проявления	В застойных зонах сточной жидкости; в иловых отложениях; в напорных участках; в сооружениях локальной анаэробной очистки воды	При переходе потока воды из напорных в безнапорные участки; после перепадов, водосливов; после преодоления участков, изменяющих величину и направление скорости потока; в местах подключений трубопроводов воды с низким значением pH и высокой температурой	Надводная зона трубопроводов и сооружений на них

8.1 Подавление сульфатредукции

Сульфатредукция – главный этап биологического фактора, определяющий возможность протекания других этапов. Поэтому его подавление приводит к невозможности дегазации сероводорода и образования агрессивной газовой среды. Наиболее вероятные места сульфатредукции в канализационной сети по данным натурных наблюдений приурочены к местам скопления иловых отложений, застойным зонам, напорным трубопроводам. В существующих канализационных сетях подавление процесса сульфатредукции в указанных местах может быть осуществлен следующими способами: превентивными мерами, понижением температуры стоков, введением реагентов, аэрацией. Рассмотрим подробнее перечисленные мероприятия.

Превентивные меры. Суть этих мероприятий сводится к выполнению элементарных требований к качеству сточных вод и состоянию трубопроводов. Так, одним из требований к качеству сточных вод, принимаемых на их очистку, является нормирование содержания органических веществ (ХПК). Предельно допустимая концентрация (ПДК) органических веществ составляет 350 мг/л. На практике же многие предприятия перерабатывающей промышленности сбрасывают в канализацию стоки с многократным превышением ПДК этого показателя, исходя из соображений, что разбавление другими видами сточных вод по мере транспортировки к очистным сооружениям понизит концентрацию ХПК до нормы. Однако наличие в канализационной сети дефектных по условиям гидравлики участков способствует протеканию процесса сульфатредукции. Поэтому самым простым решением было бы соблюдение требований по ХПК, для чего в необходимых случаях перед сбросом стоков в канализацию необходимо проводить предочистку по снижению ХПК до нормы.

Самым распространенным явлением в канализационных трубопроводах является их заиливание. Скопление осадка в лотковой части труб зависит как от скорости потока воды, так и от качества поверхности труб и наличия противоуклонов на отдельных участках. Скопление осадка и его загнивание в так называемых септических условиях сопровождается сульфатредукцией. Недопущение скопления ила в лотках труб и является одной из превентивных мер. При правильной эксплуатации – своевременном периодическом удалении осадка механическим или гидравлическим способами – можно продлить долговечность канализационных трубопроводов.

Понижение температуры сточной воды. Данный способ основывается на наблюдениях за процессом сульфатредукции в течение года. Сточные воды имеют сезонные колебания температуры, зимой +2–7 °С, летом – +17–22 °С. В холодной воде сульфатредукция практически не происходит вследствие

большого содержания в ней растворенного кислорода, с одной стороны, и торможения биохимических процессов – с другой. С сезонным повышением температуры стоков процесс сульфатредукции возобновляется. Эти предпосылки позволили предложить способ подавления сульфатредукции в наиболее вероятном месте ее проявления – в напорных трубопроводах. Известно, что при температуре 4 °С плотность воды максимальная и она обладает несколько отличными от обычных свойствами и сульфатредукция затруднена. Поэтому понижение температуры воды до значений 4 °С (т. е. до уровня зимних температур) способно предотвратить сульфатредукцию. Охлаждение воды в летний период времени можно осуществлять, используя современные технологии в приемном резервуаре насосной станции, либо создав на отдельном участке вокруг напорного трубопровода футляр из замороженного грунта одним из методов, применяющимся в подземном строительстве.

Расчеты показывают, что для охлаждения 1 м³ воды от $t = 20$ °С до $t = 5$ °С потребуется:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1), \quad (8.1)$$

$$Q = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град} \times 1000 \text{ кг} (20^\circ - 5^\circ) = 63 \cdot 10^6 \text{ Дж холода.}$$

$$N = \frac{Q}{t}, \quad (8.2)$$

$$N = \frac{63 \cdot 10^6}{3600} = 17,5 \text{ кВт.}$$

В качестве охладителя может быть использована типовая рассольная сеть. Рассол, охлажденный в испарителе замораживающей станции, насосом прокачивается через теплообменник, расположенный в приемном резервуаре насосной станции (рис. 8.1).

При стандартной теплоотдаче 1 м² теплообменника 250 кал/м²·час (1 050 000 Дж/м²·час) из труб диаметром 100 мм с учетом образования на поверхности труб корки льда потребуется теплообменник длиной около 200 м.

(Мощность 1 м² поверхности теплообменника $N_1 = \frac{1\,050\,000}{3600} \approx 0,3$ кВт;

площадь теплообменника $l = \frac{S_{об.}}{S_{н.м.}} = \frac{60}{0,31} \approx 200$ м). Это позволит охладить

воду в приемном резервуаре с расходом 1 м³/с до значений 4–5 °С рассолом с температурой – 20 °С.

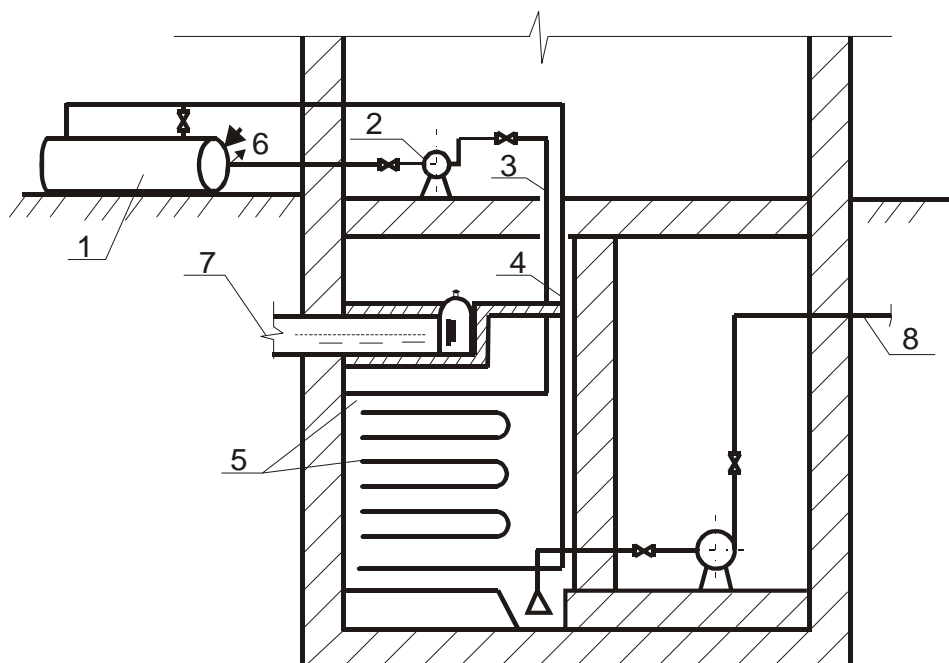


Рисунок 8.1 – Схема охлаждения сточной воды
в приемном резервуаре насосной станции:

- 1 – испаритель замораживающей станции; 2 – насос;
3 – прямой рассолопровод; 4 – обратный рассолопровод;
5 – теплообменник; 6 – утилизация тепла;
7 – подающий трубопровод; 8 – напорный трубопровод

Охлажденная вода по напорному трубопроводу перемещается по направлению к самотечному коллектору с отсутствием процесса сульфатредукции. При тепловом потоке от грунта к трубе со сточной охлажденной водой мощностью $0,01 \text{ КВ/м}^2$ и диаметре напорного трубопровода 1 м эффективность охлаждения воды целесообразна до длины 600–800 м. После преодоления этого расстояния температура воды повышается за счет тепла, выделяемого грунтом до значений $17\text{--}20^\circ\text{C}$ и процесс сульфатредукции опять возобновляется. Если напорный трубопровод имеет длину больше, чем 800–1000 м, охлаждение воды можно осуществлять созданием ледяного футляра на участке длиной до 30 м (рис. 8.2).

При этом используется типовое оборудование для замораживания грунтов с дополнительным уточнением расчетным путем параметров рассольной сети и холодопроизводительности замораживающей станции по методикам работы. Экономическая эффективность понижения температуры воды и ее влияние на долговечность трубопроводов будет рассмотрена ниже в сравнении с другими способами.

При большой длине напорных трубопроводов, в зависимости от их диаметров, расстояние между замораживающими станциями для поддержания необходимой температуры воды должно составлять 600–2000 м.

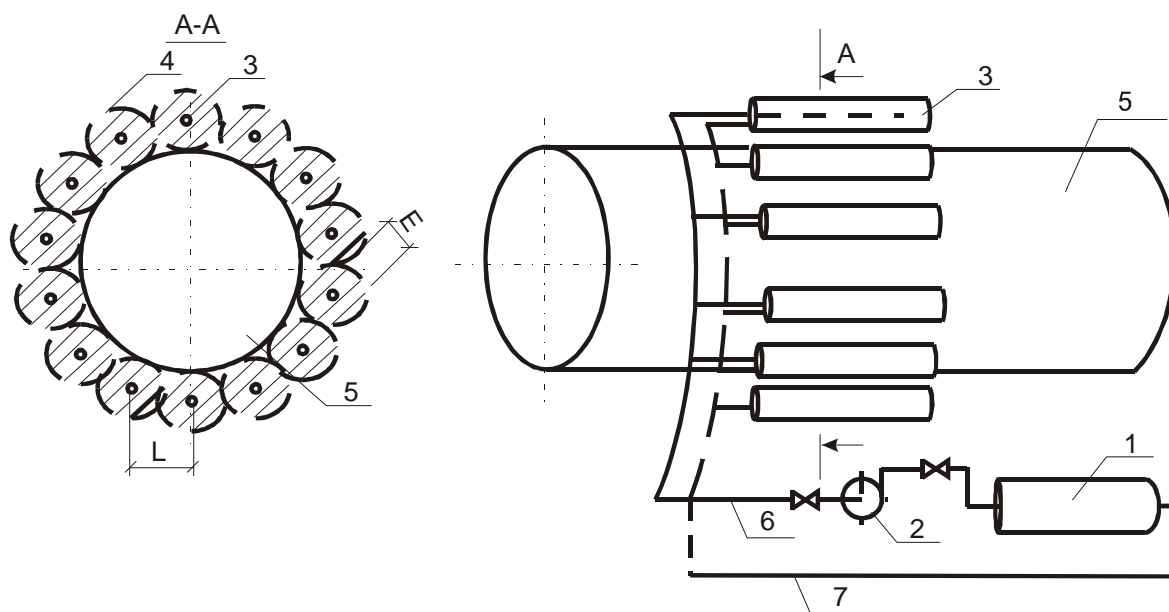


Рисунок 8.2 – Схема охлаждения воды в ледяном футляре:
 1 – замораживающая станция; 2 – насос; 3 – замораживающие колонки;
 4 – ледогрунтовой футляр; 5 – напорный трубопровод;
 6 – прямой рассолопровод; 7 – обратный рассолопровод

Введение реагентов. Метод введения реагентов в сточную воду основан на их способности нарушать процесс сульфатредукции. Практика показала, наиболее распространенными являются хлор, нитраты, пероксид водорода.

Хлорирование сдерживается из-за отрицательного влияния на биохимические процессы при очистке сточных вод. Проведенные нами эксперименты подтвердили эффективность использования для подавления сульфатредукции нитратов перекиси водорода. Использование этих реагентов эффективно при мольном соотношении нитрат: сульфид – 2:1 или перекись водорода: сульфид – 0,6:1. Реагенты целесообразно вводить в начало напорного трубопровода, т. к. скорость окисления сульфидов очень невелика и составляет 1,5–2 мг/час.

Нами экспериментально установлено, что для подавления сульфатредукции оптимальное соотношение между $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и сульфидом 3,9:1 (по массе), а между пероксидом и сульфидом – 0,65:1 (по массе).

При этом реагент рекомендуется подавать в приемный резервуар насосной станции. Так, при концентрации сульфидов в сточной воде 5 мг/л и суточном объеме водоотведения 100 тыс. м³ расход $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ составит 1,85 т/сут или же 300 кг/сут пероксида.

Насыщение сточных вод кислородом воздуха. Предпосылкой использования данного метода является способность протекания сульфатредукции только в анаэробных условиях. Аэрация жидкости кислородом или воздухом приводит, с одной стороны, к созданию аэробных условий в системе, а с другой – к окислению содержащихся в воде сульфидов. Данный способ широко

используется в технологии очистки сточных вод. Имеются сведения об использовании чистого сниженного кислорода (оксигенизация) для окисления сульфидов в напорных трубопроводах. При этом потребная концентрация растворенного кислорода C_o в сточной воде, движущейся по напорному трубопроводу рассчитывается по формуле:

$$C_o = \left(14 + \frac{280}{D}\right) \cdot \left(\frac{D^2 \cdot L}{4 \cdot Q \cdot 10^4}\right), \text{ мг/л}, \quad (8.3)$$

где D – диаметр трубопровода, см;

L – длина трубопровода, м;

Q – среднечасовой расход воды, м³/час.

Недостатком применяемого способа является высокая стоимость жидкого кислорода и сложность эксплуатации кислородной станции.

Анализ литературных источников позволяет, со ссылкой на экспериментальные исследования, рекомендовать три варианта использования воздуха для подавления сульфатредукции, и, соответственно, снижения агрессивности среды.

Исходя из условия, что критическое содержание в сточной воде кислорода, равное 0,5 мг/л, препятствует протеканию сульфатредукции, первый вариант предусматривает дополнительную закачку в напорный трубопровод поверхностных вод, богатых кислородом воды определяется из условия:

$$C_o = \frac{V_c \cdot C_c + V_n \cdot C_n}{V_c + V_n} \geq 0,5, \text{ мг/л} \quad (8.4)$$

где C_o – концентрация кислорода в воде напорного трубопровода;

V_c – объем транспортируемой сточной воды;

C_c – концентрация кислорода в сточной воде;

V_n – объем поверхностей, содержащих кислород, воды;

C_n – концентрация растворенного кислорода в поверхностной воде.

Данный вариант насыщения кислородом стоков целесообразно использовать при наличии поверхностных вод в районе насосной станции.

Второй вариант предполагает принудительную подачу воздуха в напорный трубопровод путем установки водоструйного эжектора на байпасных линиях в насосной станции для подсоса воздуха из атмосферы (рис. 8.3–8.6).

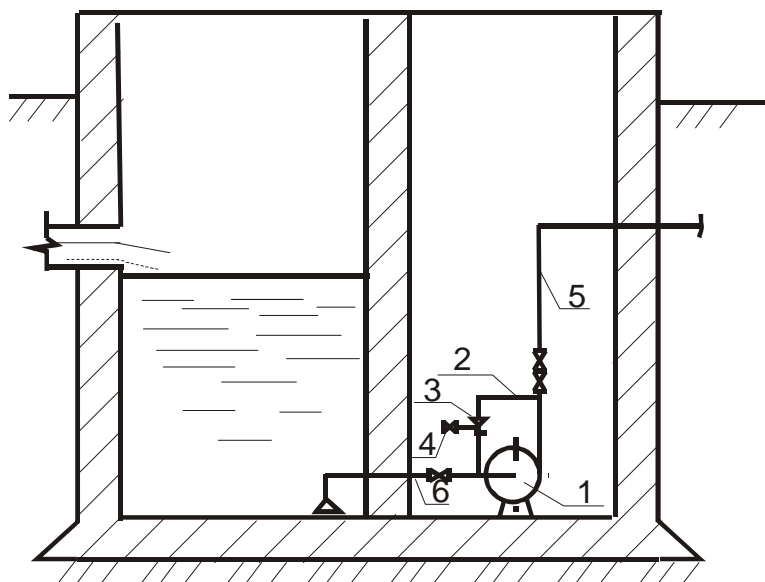


Рисунок 8.3 – Схема установки эжектора:

1 – насос; 2 – байпасная линия; 3 – эжектор; 4 – патрубок воздушный;
5 – напорный трубопровод насоса; 6 – всасывающий трубопровод насоса

Этот вариант не требует дополнительных энергозатрат, т. к. используется мизерная часть напора, создаваемого насосами. Система проста и почти не нуждается в обслуживании. Суть ее работы состоит в том, что от напорного трубопровода перед напорной задвижкой делается ответвление. По нему часть сточной жидкости поступает к эжектору, в котором создается вакуум и подсасывается атмосферный воздух. Далее водовоздушная смесь по трубе поступает во всасывающую линию насоса. Проходя через его рабочее колесо, содержащийся в воде воздух диспергирует и равномерно распределяется по всему объему потока в напорном коллекторе. Количество проходящего через эжектор воздуха можно регулировать вентилем. В исследованиях использовали насос ФГ 57,5/9,5 (расход 57,5 м³/час; напор 9,5 м).

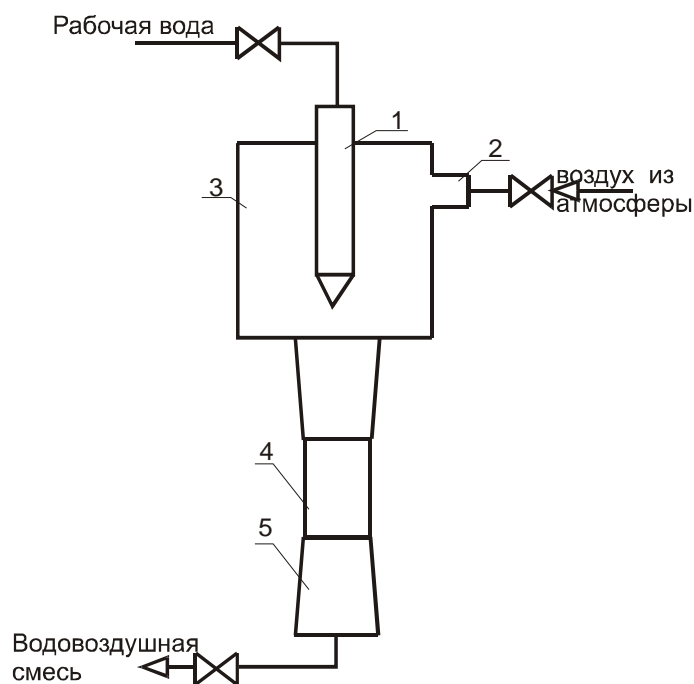


Рисунок 8.4 – Схема водовоздушного эжектора:

1 – сопло; 2 – патрубки; 3 – приемная камера;
4 – камера смешения; 5 – диффузор

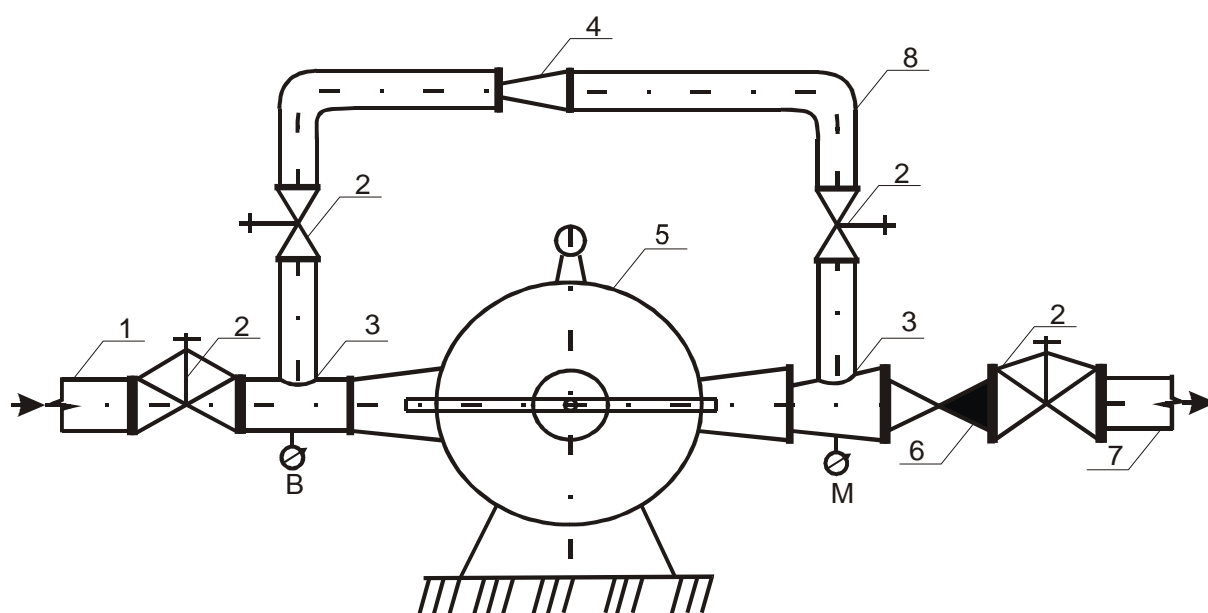


Рисунок 8.5 – Схема байпасной линии для нескольких насосов:

1 – насосы; 2 – эжектор; 3 – обратный клапан; 4 – задвижка

Экспериментальные исследования водовоздушных эжекторов показали, что при изменении параметров работы эжектора (давление рабочей инжектирующей среды и массового расхода воздуха) сохраняется достаточно стабильный объемный коэффициент инжекции, равный 0,4–0,5.

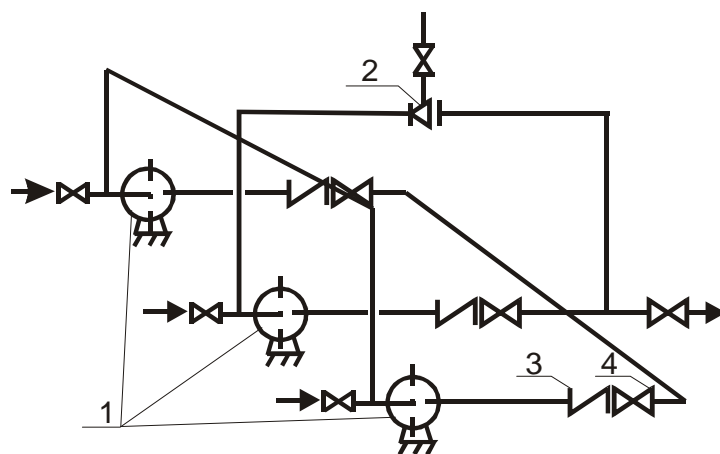


Рисунок 8.6 – Схема лабораторной установки:

- 1 – всасывающий трубопровод; 2 – задвижка (вентиль);
 3 – монтажная вставка; 4 – эжектор; 5 – насос; 6 – обратный клапан;
 7 – напорный трубопровод; 8 – трубы байпаса (обводная линия);
 9 – водяной U-образный вакуумметр

Эффективность работы эжектора достигает 14 % (оптимально 5–8 %) по воздуху по отношению к объему жидкости, т. е. при расходе воды $1 \text{ м}^3/\text{с}$ количество воздуха составляет $0,05\text{--}0,08 \text{ м}^3/\text{с}$. Исходя из того, что воздух содержит примерно 20 % кислорода, то 1 м^3 воды будет содержать $0,01\text{--}0,016 \text{ м}^3$ кислорода. При плотности воздуха $1,29 \text{ кг}/\text{м}^3$ это составит $12,0\text{--}20,6 \text{ мг}/\text{л}$, что значительно больше критической концентрации кислорода, равной $0,5 \text{ мг}/\text{л}$. Это позволяет не только предотвратить анаэробные условия в трубопроводе, но и избыточным кислородом окислить имеющиеся в воде сульфиды.

Кроме этих положительных моментов, можно предполагать повышение эффективности очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации, т. к. насыщение стоков кислородом по пути их транспортирования выполняет функцию преаэраторов.

На рисунке 8.7 приведена зависимость воздухоматования потока воды эжектором от его объемной производительности.

Эжекцию можно использовать и в перепадных стояках (рис. 8.8), что позволяет окислить часть сульфидов и обогащать водный поток кислородом воздуха. Кроме эжектора, насыщение воздухом напорного трубопровода.

Возможно и с помощью компрессора, однако за счет энергзатрат стоимость эксплуатации при этом резко возрастает. Так, компрессорный агрегат типа 6,3 МК – 80/50 – 400 МІ с производительностью по воздуху $80 \text{ м}^3/\text{час}$ имеет мощность 25 кВт и нуждается в постоянном обслуживании.

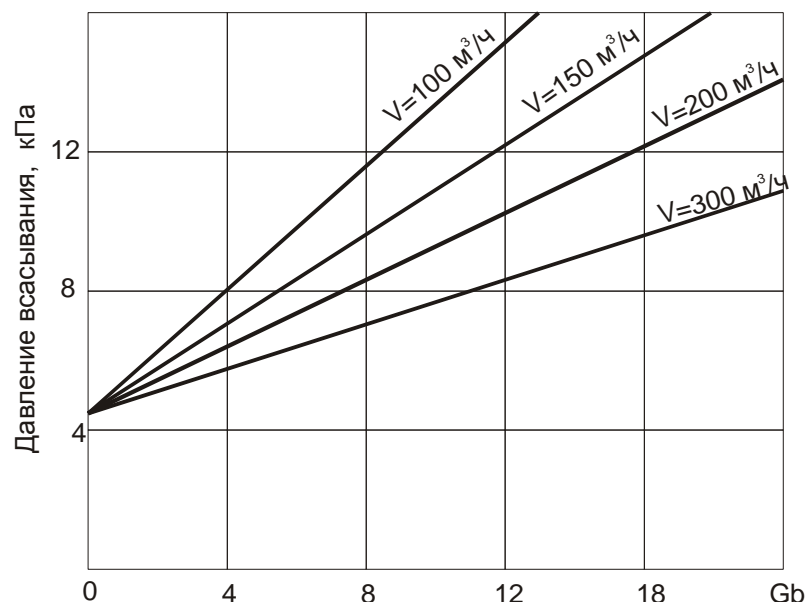


Рисунок 8.7 – Характеристика водовоздушного эжектора при различной объемной производительности

Третий вариант использования воздуха основан на частичном окислении сульфидов кислородом и отдувке сероводорода из сточной воды не вступившим в реакцию окисления воздухом. При этом используется остаточный напор насосов в конце напорного трубопровода для создания струйной аэрации. Вариант струйной аэрации сточных вод заключается в использовании кинетической энергии падающей свободной струи на поверхность жидкости. Струя падает в аэрационную колонку, представляющую собой полузатопленную трубу. Струя вытекает из слоя (круглоцилиндрической насадки), установленного на коллекторе. Эксперименты проводились на установке, представляющей прозрачную пластиковую емкость, в которой вставлена вертикальная прозрачная аэрационная колонка в полупогруженном состоянии (рис. 8.9). Вода через насадку, падая на поверхность жидкости, вызывает подсос воздуха, дробление пузырьков и образование воздушной смеси.

По мере удаления от насадки крупность пузырьков воздуха уменьшается и на выходе из колонки происходит их диспергирование. Водовоздушная смесь имеет развитую поверхность раздела фаз вода – воздух, что способствует интенсивному окислению сульфидов, вытеснению газообразного сероводорода из воды и ее насыщению воздухом. Эффективность растворения воздуха достигает 32 % в зависимости от располагаемого остаточного давления в напорном коллекторе.

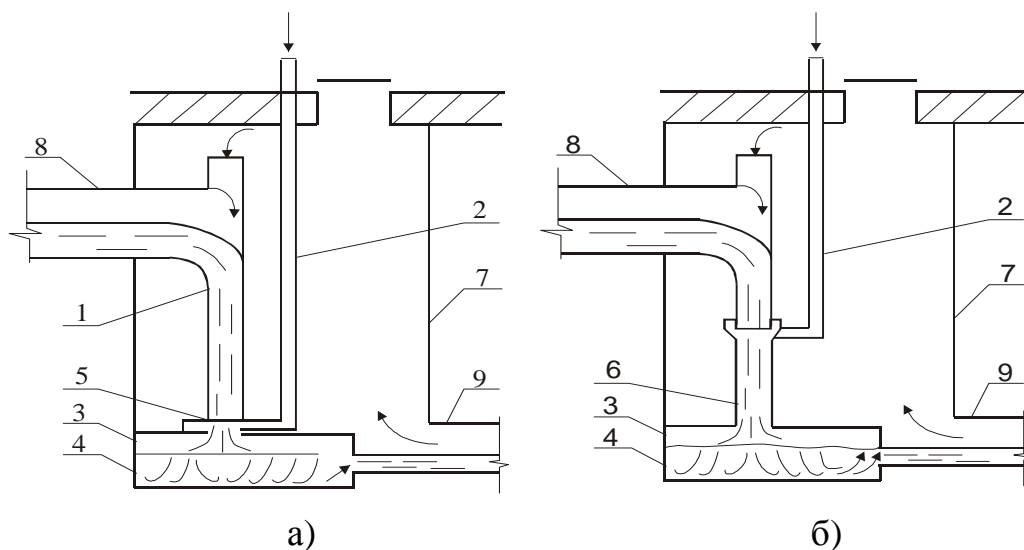


Рисунок 8.8 – Схемы трубчатых канализационных перепадов с эжектором и камерой окисления:

а) перепад со стояком с эжектором;

б) перепад со стояком с эжекционным разрывом;

1 – стояк перепад; 2 – стояк-воздушник; 3 – камера окисления;

4 – водобойный колодец; 5 – стояк с разрывом; 6 – эжектор;

7 – канализационная шахта; 8 – подводящий коллектор;

9 – отводящий коллектор

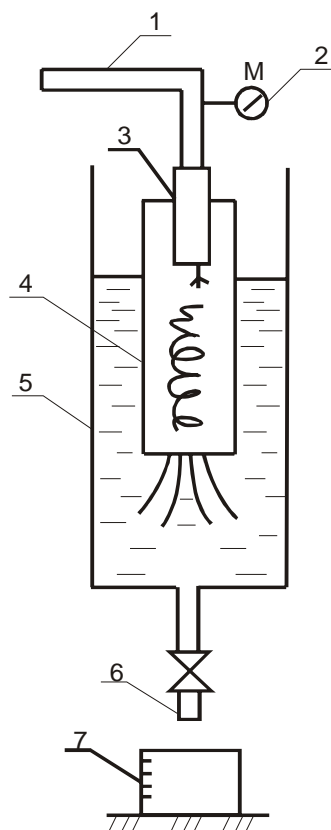


Рисунок 8.9 – Схема экспериментальной установки:

1 – подача воды от насосов; 2 – манометр; 3 – сменные насадки;

4 – аэрационная колонка 60 мм; 5 – емкость приемная;

6 – выпускной патрубок; 7 – мерная емкость

На рисунке 8.10 показано конструктивное оформление устройства для струйной аэрации, которое устанавливается в приемной камере безнапорного коллектора (в месте подключения самотечного коллектора к напорному).

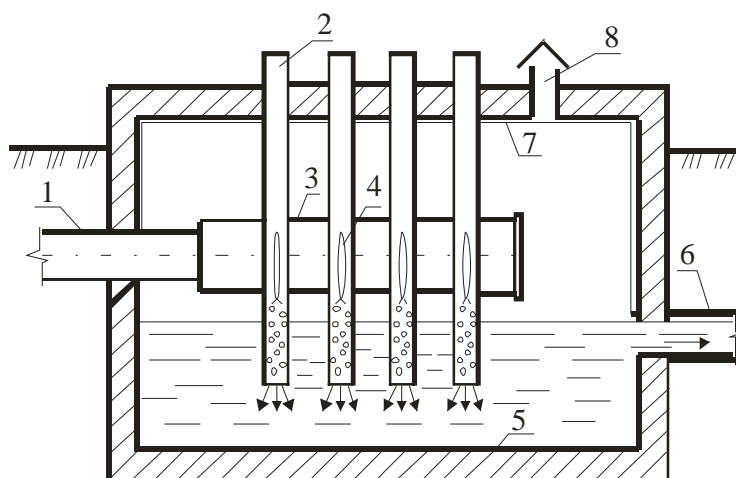


Рисунок 8.10 – Схема камеры с использованием струйной аэрации:

- 1 – напорный коллектор; 2 – аэрационная колонка;
- 3 – подающий коллектор с насадками (форсунками); 4 – насадка (форсунка);
- 5 – приемная камера; 6 – безнапорный канализационный коллектор;
- 7 – антикоррозионная изоляция; 8 – вентиляция

Приемная камера представляет собой колодец прямоугольной или круглой формы, размеры которого зависят от количества аэрационных колонок, определяемого расчетом. Радиус факела водовоздушной смеси, выходящей из аэрационной колонны, составляет около полуметра при диаметре колонны от 0,08 до 0,12 м. Глубина погружения колонны 0,3–0,4 м. Сточная вода из напорного коллектора 1 попадает в распределительный коллектор 3, в который вварены форсунки в виде плавного поворота. Каждая форсунка вводится в аэрационную колонку, верх которой сообщается с атмосферой. Это сделано для того, чтобы исключить попадание сероводорода из камеры в водовоздушную смесь. Расстояние от сопла до поверхности воды 0,4–0,6 м. Расстояние от дна до аэрационной колонки 0,4–0,5 м, что не препятствует формированию факела воздушной смеси и равномерному распределению воздуха по объему стоков в приемной камере струйной аэрации. Эффект удаления сульфидов из сточной воды не менее 40 %.

При данном виде работы самотечного коллектора не нарушается его пропускная способность и даже при высокой концентрации сульфидов в воде из-за отсутствия свободной поверхности возможна транспортировка стоков без коррозии труб на необходимое расстояние. Коррозии могут быть подвержены только стенки колодцев, но ввиду доступности, проведение ремонтных работ или защита их от коррозии не представляет особого труда.

8.2 Воздействие на загазованность трубопроводов

Второй этап биологического фактора характеризуется дегазацией сероводорода из сточной воды и его накопление в подсводном пространстве трубопровода (табл. 8.1) нарушить этот процесс можно либо путем подавления газообразования, либо наоборот интенсивным освобождением воды от газа в отдельных специальных условиях.

Достичь этого можно следующими способами: заполнением сточной водой всего объема труб, подщелачиванием стока, созданием условий для спокойного или бурного состояния водного потока, вентиляцией подсводного пространства.

Полное заполнение объема труб. Самотечный режим движения воды в трубах обуславливает раздел фаз: вода-воздух, через поверхность которого происходит дегазация сероводорода. Наблюдения за коллекторами показали, что в напорных коллекторах коррозия трубопроводов отсутствует, т. к. вода занимает полный объем труб. Способ основан на повышении уровня воды в трубах до их свода путем создания подпора за счет использования затворов на низовых участках трубопроводов. При этом происходит местное уменьшение живого сечения трубы и истечение «из-под щита» без нарушения пропускной способности и уменьшения скорости.

Осуществление заполнения труб с помощью затвора иллюстрирует рисунок 8.11.

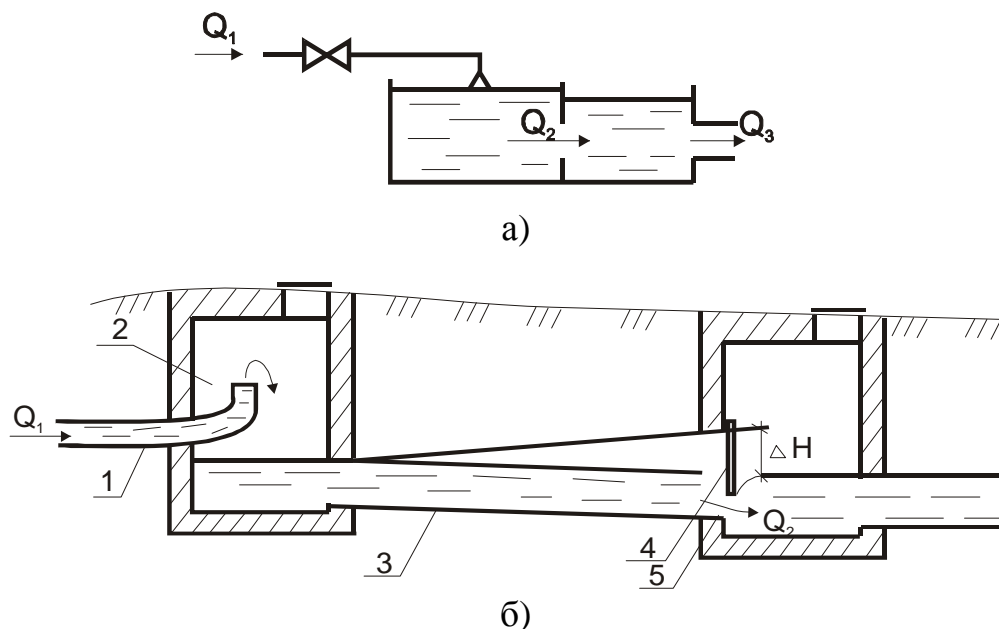


Рисунок 8.11 – Схема полного заполнения самотечного коллектора:

- а) схема экспериментальной установки;
- б) схема осуществления полного заполнения труб:
- 1 – напорный трубопровод; 2 – приемная камера;
- 3 – самотечный коллектор; 4 – затвор; 5 – затопленное отверстие

Размеры затопленного отверстия под затвором определяются из уравнения гидравлики:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2g\Delta H}, \quad (8.5)$$

$$V = \varphi \sqrt{2g\Delta H}, \quad (8.6)$$

где Q и V – соответственно расход и скорость потока воды через затопленное отверстие;

μ и φ – соответственно коэффициенты расхода и скорости;

ω – площадь живого сечения затопленного отверстия;

ΔH – разница уровней жидкости.

Подщелачивание сточных вод. Известно, что сульфиды в зависимости от pH сточных вод находятся в различной форме. При $\text{pH} < 7$ преобладает молекулярный сероводород, при $\text{pH} > 7$ преобладающей является форма в виде S^2 . Водородный показатель городских сточных вод, как правило, находится в пределах 7–8 ед., что обуславливает наличие всех форм сульфидных фракций. При $\text{pH} \geq 9$ молекулярный сероводород, способный выделяться из воды в виде газа, отсутствует. Это является предпосылкой для осуществления мероприятия по предотвращению его выделения из воды.

Подщелачивание можно осуществлять введением щелочных реагентов типа $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в приемной камере насосной станции либо сбросом в канализационную сеть стоков промышленных предприятий с высоким значением pH. В этом случае сточная вода с высокой концентрацией сульфидов является безопасной с точки зрения формирования сероводородной атмосферы в подсводном пространстве трубопроводов.

Интенсификация дегазации. Процесс дегазации и коррозия трубопроводов интенсифицируется местах резкого повышения турбулентности потока воды – особенно в перепадах колодца. Это послужило основанием создания благоприятных условий в специальных сооружениях для ускорения отделения газа от воды. Расположение этих сооружений-дегазаторов приурочено по трассе коллектора к наиболее характерным для дегазации местам: камерам подключения самотечных коллекторов к напорным, сифонным трубопроводам, работающим в напорном режиме, перепадным колодцам и шахтам.

Во всех случаях используются три фактора, усиливающих отделение сероводорода от воды: повышение скорости потока на небольшом участке (увеличение турбулентности), дробление струи (увеличение поверхности раздела фаз), аэрация воздухом (вытеснение сероводорода и его частичное окисление).

Институтом «Укркоммунниипрогресс» разработаны конструктивные решения камеры дегазации (рис. 8.12), сифонного трубопровода (рис. 8.13) и шахтного перепада (рис. 8.14, 8.15).

Можно отметить, что в первых трех конструкциях используется принудительное нагнетание воздуха, что ограничивает применение этих сооружений вдали от источников энергии для компрессора, эффективность этих мероприятий по дегазации стока в раздельных условиях составляет 10–15 % (по данным наших исследований), вследствие кратковременного контакта воздуха с потоком воды.

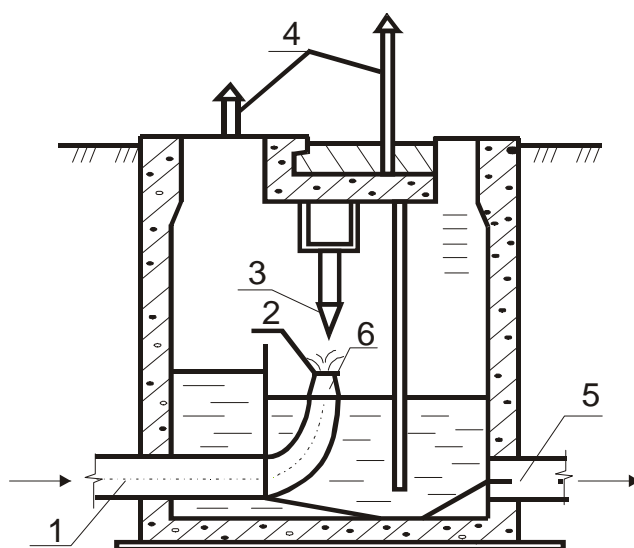


Рисунок 8.12 – Камера дегазации:

- 1 – напорный трубопровод; 2 – стояк с форсункой;
3 – рассекатель; 4 – вытяжные трубы; 5 – самотечный коллектор;
6 – трубка для подачи воздуха

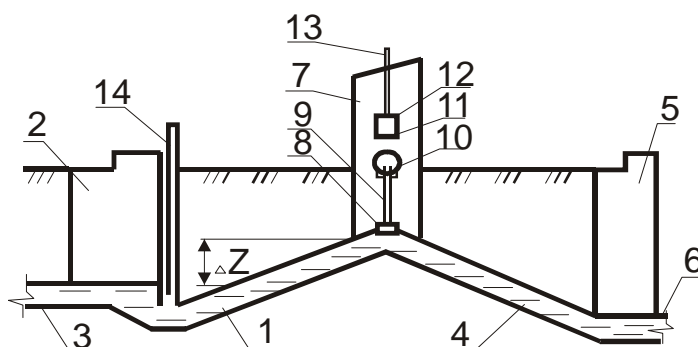


Рисунок 8.13 – Сифонный трубопровод:

- 1 – восходящая сеть сифонного трубопровода; 2 – колодец; 3 – коллектор;
4 – нисходящая ветвь сифонного трубопровода; 5 – колодец; 6 – коллектор;
7 – сухой колодец; 8 – газовая камера; 9 – всасывающий патрубок;
10 – вакуум-насос; 11 – напорный патрубок; 12 – поглотительное устройство;
13 – газопровод; 14 – трубопровод для введения воздуха

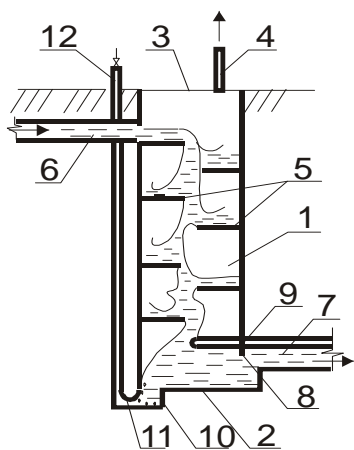


Рисунок 8.14 – Многоступенчатый канализационный перепад:

- 1 – шахта; 2 – днище; 3 – перекрытие;
- 4 – вытяжная труба; 5 – полки;
- 6 – подводящий трубопровод;
- 7 – отводящий трубопровод;
- 8 – перегородка; 9 – гидрозатвор;
- 10 – канал; 11 – фильтрососы;
- 12 – подводящий воздуховод

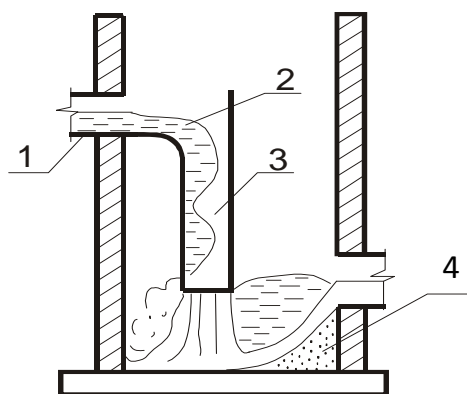


Рисунок 8.15 – Перепадный колодец:

- 1 – подводящий трубопровод;
- 2 – лоток-водослив для сопряжения подводящего трубопровода;
- 3 – стояк круглой или прямоугольной формы в плане;
- 4 – водобойный колодец

В поисках решений по снижению агрессивности газовой среды коллекторов до последнего времени широко рекомендовалось *проветривание сетей путем использования естественной вентиляции*. Детальные исследования механизма процесса позволили установить, что естественная вентиляция эффективна только в период невысоких температур (наружных). Это послужило основанием рекомендовать принудительную вентиляцию. Однако экспериментальные исследования и практическое использование этого метода показали, что в условиях сильноагрессивных газовых сред для достижения средней степени агрессивности требуется как минимум 5-кратный воздухообмен. Снижение же степени агрессивности до слабой вызывает необходимость увеличения кратности воздухообмена еще на порядок. При этом скорость движения воздуха превышает скорость движения воды, что крайне неблагоприятно сказывается на гидравлике потока. При этом в атмосферу города выбрасываются не только токсичные газы, но и патогенные микроорганизмы и споры грибов.

Поэтому как способ вентиляция заслуживает внимания, но естественную (без затрат на нагнетание воздуха) вентиляцию и оптимальное ее использование можно рекомендовать для среднеагрессивных сред с целью снижения их степени агрессивности до слабых либо для слабоагрессивных сред, для доведения последних до степени неагрессивных.

Снижение воздействия биологического фактора коррозии при эксплуатации канализационных труб может быть достигнуто следующими мероприятиями:

- осушением свода труб;
- приданием биоцидных свойств поверхности канализационных труб;
- повышением коррозионной стойкости бетонных труб флюатированием;
- использованием мастичных покрытий на основе эластомеров;
- применение химически стойких материалов.

Техническая сущность рассматриваемых мероприятий описывается ниже.

8.3 Повышение коррозионной стойкости бетона труб

Осушение свода труб. Конденсат на поверхности свода труб способствует поддержанию постоянной влажности, обслуживающей развитие аэробных тионовых бактерий. Пленка конденсатной влаги является границей и одновременно местом протекания химических реакций между образующейся в результате окисления сероводорода серной кислотой и составляющими цементного камня бетона.

Вентиляция канализационной сети наряду со снижением концентрации сероводорода в атмосфере трубопровода способствует осушению свода, ухудшая условия для развития на нем микроорганизмов. Эффект осушения усиливается при придании поверхности бетона гидрофобных свойств, например при нанесении фенилэтоксиксана. Однако это возможно только при капремонте трубопроводов одновременно с нанесением цементно-песчанного покрытия на прокорродированную загрязненную поверхность. Однако эффективность способа осушения свода в повышении долговечности трубопроводов невелика ввиду большой зависимости от влажности и водонасыщенности окружающего трубопровода грунта. Водонасыщенные грунты сводят к нулю все усилия по осушению свода труб.

Придание биоцидных свойств поверхности труб. Концентрация микробных клеток на единицу площади поверхности труб определяет интенсивность образования серной кислоты и, соответственно, скорость коррозии материала. С целью ингибирования развития микроорганизмов используют специальные добавки – биоциды. Рядом авторов подробно исследовались свойства бетонов с этими добавками и рекомендовались для применения в биологически активных средах. Наиболее широко известен отечественный катапин-бактерицид (полибензилпиридинийхлорид), кати-

онное ПАВ, химический состав которого выражается общей формулой $C_{7n+12}H_{6n+12}ClN^+$. Его введение в состав строительных растворов в количестве 0,5–2 % от массы цемента придает последним фунгицидные свойства (ингибирование плесневых грибов) и бактерицидные свойства по отношению к некоторым видам бактерий. Для усиления именно биоцидных свойств нами вводился дополнительно $CuSO_4$. Апробация биоцидных материалов, проведенная нами на нескольких коллекторах дала лишь незначительный эффект повышения коррозионной стойкости. Повышение эффекта достичь не представляется возможным, т. к. большое количество биоцида резко ухудшает физико-механические свойства материала. Поэтому реально рекомендуется биоциды использовать для слабоагрессивных сред.

Способы введения в бетон конструкций микроорганизмов, подщелачивающих своими продуктами жизнедеятельности поровую жидкость или специальная электрообработка бетонных изделий, хотя и значительно улучшают их коррозионную стойкость, практически не дают эффекта в сильноагрессивных средах и поэтому рекомендуется только для слабоагрессивных сред.

Повышение коррозионной стойкости бетонных труб флюатированием. Одним из наиболее дешевых и эффективных способов повышение их долговечности является флюатирование – чередующаяся обработка поверхности бетона 1–3 % растворами кремнефтористо-водородной кислоты либо 3–12 % растворами флюатов магния, цинка, алюминия и насыщенным раствором гидрата окиси кальция.

Взаимодействие раствора кислоты и гидрата окиси кальция бетона может быть представлено следующим образом:



Флюатирование производится при любой относительной влажности бетона труб, повышает на 10–15 % поверхностную плотность конструкций за счет колюматации пор водным кремнеземом, более чем в 1000 раз снижает растворимость гидрата окиси кальция за счет образования малорастворимого фтористого кальция, повышает химическую стойкость и долговечность труб в условиях сероводородно-сернокислотной агрессивности.

Проведенные нами исследования показали, что в условиях средней степени агрессивности среды по сероводороду ($H_2S = 4–30 \text{ мг/м}^3$), скорость коррозии флюатированных образцов более чем в три раза меньше, чем необработанных (табл. 8.2).

Таблица 8.2 – Результаты испытания образцов флюатированного бетона в растворах серной кислоты

Растворы H ₂ SO ₄ концентраций, %	рН раствора	Скорость коррозии необработанного бетона, V _{необр.} , мм/год	Скорость коррозии флюатированного бетона, V _{фл.} , мм/год	$K = \frac{V_{необр.}}{V_{фл.}}$
0,25	2,65	1,5	0,35	4,2
0,5	2,21	2,1	0,66	3,19
1	1,65	3,8	2,15	1,7
2	1,57	5,6	4,0	1,4
3	1,45	6,5	5,1	1,2
4	1,35	7,2	6,6	1,09

Количество слоев обработки (или глубина пропитки) повышает стойкость образцов бетона в слабых растворах серной кислоты. Использование в качестве флюатов отходов производства фосфорных удобрений, возможность использования стандартных краскопультов или способов пропитки, возможность проведения работ как в условиях завода, так и в условиях стройплощадки делают способ флюатирования универсальным. Соображения простоты, доступности и сравнительно неплохой эффективности работы в условиях средней степени агрессивности позволяют рекомендовать его широкое применение для канализационных трубопроводов со степенью агрессивности среды не выше средней.

Использование мастичных покрытий на основе эластомеров. Для условий сильноагрессивной сероводородной среды (концентрация H₂S в воздухе более 30 мг/м³) перспективно применение органических пленкообразующих покрытий, наносимых холодным способом.

В качестве такого покрытия нами исследована выпускаемая серийно мастика (ТУ 6-15-1571-87). Определенные основные свойства мастики и полученной на ее основе защитной пленки приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Свойства пленки на основе мастики «Эласт»

Характеристика	Единица измерения	Показатель
Химическая стойкость	–	стойкая в кислоте, воде
Прочность на разрыв	МПа	30,0–33,0
Прочность на изгиб	мм	4
Относ. удлинение	%	1,5–2,0
Плотность	г/см ³	1,6
Твердость по ТМ-2	усл. ед.	80
Адгезия	–	хорошая
Вязкость (нанесение)	С	30–40
Время высыхания	час	1,0

На рисунке 8.16 приведена схема установки для исследования проницаемости пленки из мастики различной толщины (270, 440 и 720 мКм). С увеличением толщины пленки проницаемость уменьшается. Однако полная непроницаемость сохраняется только в течение 1–3 мес. Вероятно, проницаемость пленки обусловлена микроканалами и микропорами, образовавшимися в результате испарения растворителя во время высыхания пленки. Полная непроницаемость пленки может быть достигнута, если покрытие наносится в несколько слоев, перекрывая тем самым каналы и преобразуя их в замкнутые. Образцы бетона, покрытые мастикой в несколько слоев общей толщиной 500 мКм, в условиях 5 % раствора серной кислоты не корродировали в продолжении всего времени эксперимента – 7 месяцев.

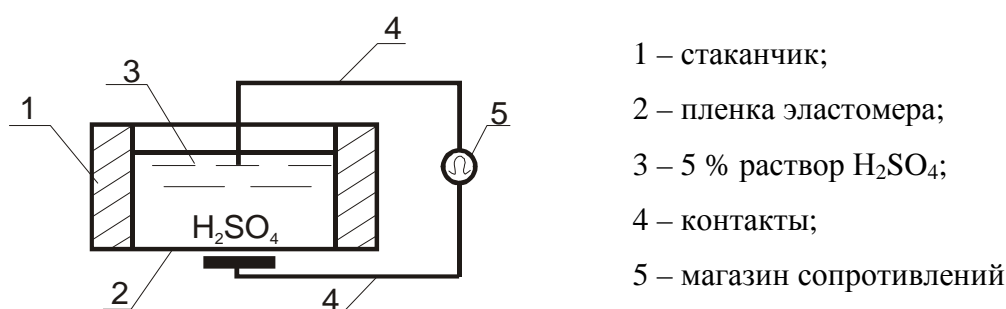


Рисунок 8.16 – Схема установки для исследования проницаемости пленочного покрытия

Для нанесения мастичного покрытия в производственных условиях нами был использован экспериментальный агрегат со шнековым активатором, соединенным с винтовым насосом (рис. 8.17). Данный агрегат предназначен для транспортирования и нанесения на внутреннюю поверхность труб мастики, растворов флюатов и других малярных составов.

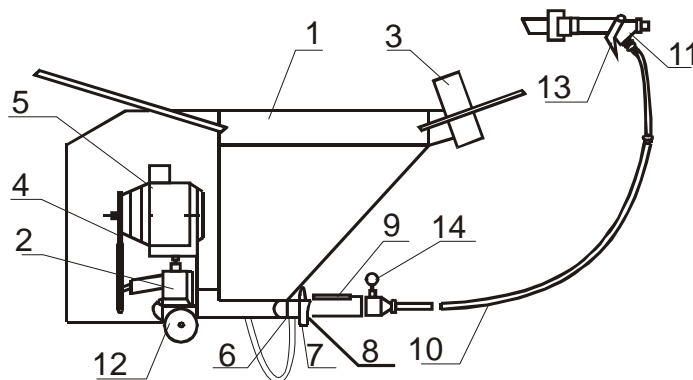


Рисунок 8.17 – Установка для нанесения лакокрасочных составов:

- 1 – бункер; 2 – редуктор; 3 – электрооборудование; 4 – клиноременная передача;
5 – электродвигатель; 6 – шнек; 7 – винт; 8 – обойма; 9 – обжимной хомут; 10 – рукав;
11 – удочка; 12 – колесо; 13 – рычаг; 14 – манометр

Установка состоит из следующих основных частей: бункер (1), электрооборудования, помещенного в электрошкаф (3), двигателя (5), приводящего во вращение через клиноременную передачу и редуктор (2), шнек (6) и винтового насоса (15), обоймы (8) и обжимного хомута (9), системы подачи и нанесения материалов, состоящего из рукава (10) и удочки (11). Основные технические характеристики приведены в таблице 8.4. Поскольку пленка эластомера со временем становится проницаемой, то в условиях сильно-агрессивных сероводородно-серноокислотных сред требуется периодическое ее восстановление.

Таблица 8.4 – Техническая характеристика установки для населения защитных покрытий

Наименование показателей	Значение
1. Производительность, м ³ /час	260
2. Производительность насоса, л/мин	5
3. Максимальное давление, МПа	2
4. Номинальная мощность двигателя, кВт	0,55
5. Объем бункера, л	25
6. Габаритные размеры, мм	
- длина	900
- ширина	500
- высота	700
7. Масса (без принадлежностей), кг	40
8. Напряжение питающей сети, вольт	220 (380)
9. Срок службы, лет (не менее)	5
10. Средняя наработка до отказа, час, не менее	200

Применение химически стойких материалов. Агрессивная среда коллекторов содержит сероводород, окисляющий микроорганизмами до 5 % серной кислоты. В этих условиях бетоны на клинкерных цементах быстро разрушаются. Поэтому их использование допустимо только в слабоагрессивных средах с концентрацией сероводорода менее 4 мг/м³. В условиях средней степени агрессивности среды (4–30 мг/м³ сероводорода) могут быть использованы высокоплотные флюатированные бетоны, пресс-бетоны, шлако-каменное литье. В сильноагрессивной среде могут эксплуатироваться только химически стойкие материалы. К таким относятся зарекомендовавшие себя глазурированные керамические трубы, кремнебетон, полимербетоны, футерованные изнутри полиэтиленом или ПВХ-листами трубы. Как правило, их применение у нас сдерживается высокой стоимостью и дефицитностью отдельных компонентов, но, как свидетельствует европейский опыт, надеж-

ность и долговечность таких сооружений многократно выше, чем бетонных, и поэтому высокие капитальные затраты полностью окупаются в сфере эксплуатации.

Использование химически стойких материалов в отличие от прочих мероприятий возможно только на стадии нового строительства.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Мероприятия по повышению надежности и долговечности канализационных сетей в условиях биологического фактора коррозии можно разделить на 2 вида:

- способы снижения степени агрессивности эксплуатационных сред;
- способы повышения коррозионной стойкости конструкций, причем мероприятия I вида являются наиболее простыми, эффективными, экономичными, экологически безопасными и применимы к условиям эксплуатирующихся сетей, а мероприятия II вида могут быть использованы только при новом строительстве сооружений.

2. Снижение степени агрессивности эксплуатационной среды достигается путем использования конструктивных решений (эжекция, компрессоры, аэрационные колонки, замораживающие рассольные сети, затворы и т. п.) и технологических (введением в сточную воду реагентов, изменение скорости водного потока и т. п.) и позволяет получить экономический эффект в 2–2,5 раза выше, чем повышение коррозионной стойкости конструкций.

3. Способы, основанные на насыщении водного потока кислородом воздуха (аэрация), являются универсальными, т. к. предупреждают возникновение анаэробных участков в сети и, следовательно, образование и выброс сероводорода в атмосферу и освобождают от необходимости применять в коллекторах химически стойкие материалы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Биологический фактор и коррозия водоотводящих сетей.
2. Характеристика микробиологического фактора коррозии канализационных сетей.
3. Сульфатредукция, подавление ее.
4. Схема охлаждения сточной воды в приемном резервуаре при подавлении сульфатредукции.
5. Схема охлаждения воды в водяном футляре при подавлении сульфатредукции.
6. Реагентные методы подавления сульфатредукции.

7. Насыщение сточных вод кислородом воздуха с целью подавления сульфатредукции.

8. Анализ схем водовоздушного эжектора при подавлении сульфатредукции.

9. Трубчатый канализационный перепад с эжектированием и окислением сточных вод.

10. Устройство для струйной аэрации сточных вод.

11. Дегазация сероводорода из хозяйственных сточных вод.

12. Подщелачивание сточных вод, назначение.

13. Интенсификация дегазации сточных вод при эксплуатации водоотводящих сетей.

14. Снижение воздействия биологического фактора коррозии при эксплуатации водоотводящих сетей.

15. Повышение коррозионной стойкости бетонных канализационных труб, осушение их свода.

16. Повышение коррозионной стойкости бетонных канализационных труб флюатированием.

17. Бицидные свойства поверхности бетонных канализационных труб.

18. Мастичные покрытия внутренних канализационных труб.

19. Мероприятия по повышению надежности и долговечности городских водоотводящих сетей.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. Биологическая коррозия зависит от следующих факторов:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| А. Физико-химические условия. | В. Атмосферные условия. |
| Б. Биологические условия. | Г. Гидравлические условия. |

2. Микробиологический фактор коррозии водоотводящих сетей включает следующие процессы:

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| А. Сульфатредукцию. | В. Микробную коррозию. |
| Б. Дегазацию. | Г. Обеззараживание сточных вод. |

3. Предпосылки возникновения сульфатредукции:

- | |
|------------------------------------|
| А. Аэробные условия. |
| Б. Наличие сульфатов. |
| В. Наличие серосодержащих веществ. |
| Г. Наличие органических примесей. |
| Д. Температура сточных вод. |

4. Для подавления сульфатредукции используют реагенты:

А. Хлор.

В. Перекись водорода.

Б. Кислород.

Г. Алюминий.

5. Снижение загазованности водоотводящей сети может быть выполнено следующими способами:

А. Вентиляцией.

Б. Удалением осадка.

В. Подщелачиванием сточных вод.

6. Повышение коррозионной стойкости канализационных труб может быть выполнено:

А. Осушением свода труб.

Г. Удалением осадка.

Б. Приданием биоцидных свойств.

Д. Флюатированием.

В. Введением реагентов.

9 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Трубопроводная сеть канализации в Украине нуждается в повышении надежности. Устаревшие материалы труб, плохие условия работы, неправильная укладка, недостаток уплотнения, большой физический и коррозионный износ, отсутствие регулярного текущего ремонта и, как следствие, обострение экологической обстановки в зоне их влияния – вот те причины, по которым сегодня поднимается вопрос о неудовлетворительном состоянии канализационных трубопроводов и необходимости повышения их надежности.

Для принятия решения о реконструкции или капитальном ремонте трубопровода необходима информация о его техническом состоянии. Она должна быть полной и объективной, чтобы принимать оптимальные решения при выборе способа восстановления. Как правило, на практике в настоящее время используются косвенные методы, то есть данные о гидравлическом режиме сети, на основании которых можно судить о ее пропускной способности и возможных повреждениях. При этом учитывается год постройки, материал труб и колодцев и их состояние по данным визуальных наблюдений в доступных местах. Дополнительно производится сбор информации о химическом составе сточных вод и газовой среды с целью определения степени их агрессивности к материалу конструкций с последующим теоретическим расчетом степени коррозионного износа. Однако этот метод позволяет сделать только предположение о техническом состоянии трубопровода с незначительной степенью достоверности. Окончательное заключение может быть сделано только после того, как трубопровод будет тщательно осмотрен.

Наиболее достоверную информацию о техническом состоянии труб дает телевизионный осмотр внутренней поверхности трубопровода с последующим анализом результатов съемки по методу экспертных оценок. Результаты телевизионных измерений могут быть достоверными, если осмотр проводится в чистой трубе. Только в этом случае можно обнаружить и идентифицировать все имеющиеся внутри дефекты. Телевизионным измерениям должна предшествовать очистка внутренней поверхности трубопровода.

Появление самоходных роботов для телеинспекции подземных трубопроводов относится к середине 50-х годов XX ст. Одним из основоположников данного направления является фирма «ИВАК» (Германия, г. Киль). С тех пор системы для телеинспекции коммунальных трубопроводов стремительно развивались и в настоящее время свыше 20 фирм во всем мире предлагают различные модификации инспекционных ТВ-роботов с тем или иным набором сервисных функций и технических характеристик.

Широкое применение ТВ-роботов для телеинспекции трубопроводов определяется, прежде всего, реальной необходимостью и ощутимым экономическим эффектом от их внедрения в коммунальной службе городов.

В нашей стране инспекционные ТВ-роботы для водопроводных и канализационных сетей до 1991 г. не производились. Сегодня в СНГ лидирующую роль в производстве ТВ-роботов занимает НПО «Тарис» (Россия, г. Москва). Они выпускают системы телеинспекции и ремонта трубопроводов: комплекс телеинспекции «Р-100», «Р-200» и комплекс ремонтный «Рокот-1М».

В Украине одним из первых разработчиков и производителей инспекционных телероботов стало ОАО «Донуглеводоканал». Они разработали аналогичные импортным отечественные инспекционные системы «Донбасс-1», «Донбасс-2», диагностический плавающий.

В Харькове КП «Харьковводоканал» широко применяют прогрессивные технологии, а именно миниатюрные камеры наблюдения RIK 35/30 и RIK 5560-RA (рис. 9.1), очиститель дна (рис. 9.2), оснащенный беспроводной камерой наблюдения (рис. 9.3), автомобили-агрегаты для промывки (рис. 9.4), разработанный фирмой «KEG mbH» (г. Хемниц/Саксония).



Рисунок 9.1 – Миниатюрная камера наблюдения RIK 35/30

Миниатюрная камера наблюдения предназначена для того, чтобы правильно выбрать инструмент для прочистки коллектора, а также метод восстановления разрушенного участка. Камера RIK 35/30 цветного изображения может быть использована в трубопроводах диаметром от 40 до 200 мм и весит всего 5,6 кг. Она может быть подключена к любому пульту управления или цветному монитору. Камера RIK 5560-RA цветного изображения может быть использована в трубопроводах диаметром от 60 до 400 мм.

Технические данные: применяются на трубопроводах диаметром от 300 мм, диапазон передатчика больше 300 м, может работать непрерывно 8 часов, изображение на мониторе – черно-белое, вес очистителя дна – 20–35 кг, насос работает с мощностью 260 л/мин и выше.

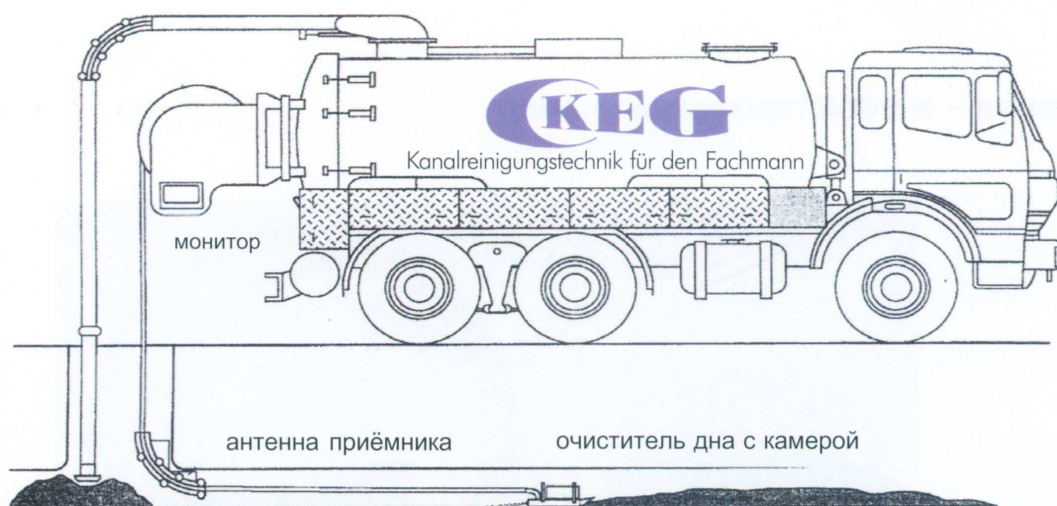


Рисунок 9.2 – Очиститель дна, оснащенный беспроводной камерой наблюдения

К корпусу дноочистителя прикреплена телевизионная камера (рис. 9.3), состоящая из 2 модулей и передатчика. Передача изображения от передатчика (камера в трубопроводе) к приемнику осуществляется посредством радиосигнала (без кабеля). Антенна приемника встроена в поворотный ролик, который опускается на дно колодца. Камера самоосвещается и располагает внутренним энергоснабжением, которое позволяет ей работать без перерыва в течение 8 часов.

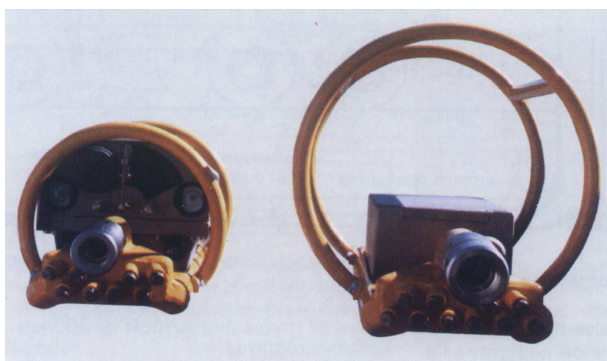


Рисунок 9.3 – Беспроводная камера наблюдений

С помощью этого устройства, возможно одновременно осуществлять прочистку коллектора, наблюдение за степенью прочистки и за состоянием коллектора, а также распознавание и локализацию повреждений труб.



Рисунок 9.4 – Автомобиль для прочистки трубопроводов, оснащенный техническими устройствами

Автомобиль для прочистки трубопроводов оборудован: поршневыми насосами с давлением 100–200 бар и производительностью 60–200 л/мин, резервуаром для запаса воды, металлической лебедкой со шлангом высокого давления, пультом управления, фильтром, гидравлической установкой, комплектующими деталями: стандартными, очистными, королевскими, очистителем дна, цепочными каруселями, прибором для герметичности, камерой наблюдения и т. д.

Таким образом, применение ТВ-роботов, камер наблюдений и т. д. позволяет получать объективную видеoinформацию экономически и технологически целесообразно при:

- приемке в эксплуатацию коммунальных трубопроводов;
- получении оперативной информации о состоянии сетей;
- самоконтроле строителей и ремонтников;
- производстве локальных ремонтных работ;
- полноценной паспортизации трубопроводных сооружений;
- внедрение бестраншейных способов санации и восстановительных работ.

Телевизионное обследование канализационной сети позволяет получить детальную информацию о состоянии трубопроводов. При недостатке информации производится дополнительное уточнение и осуществляется анализ собранной информации. После полного анализа видеозаписей и отчетов в зависимости от состояния трубопроводов определяется очередность реконструкции и производится выбор метода ремонтных работ, чтобы сконцентрировать усилия на ремонте тех труб, которые повреждены в большей степени и требуют скорейшего восстановления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Реконструкция и капитальный ремонт водоотводящих сетей.
2. Работы для телеинспекции состояния канализационных сетей.
3. Особенности работы автомобилей для прочистки канализационных трубопроводов.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. Ухудшение экологической безопасности водоотводящих сетей происходит вследствие:

- А. Устаревшего материала труб.
- Б. Неправильной укладки труб в водоотводящей сети.
- В. Несоблюдение текущего ремонта.

2. Телевизуальный осмотр водоотводящих сетей включает:

- А. Анализ результатов съемки.
- Б. Условия очистки сточных вод.
- В. Прочистку водоотводящих сетей.

3. Очистка дна водоотводящей сети включает:

- А. Используемое насосное оборудование.
- Б. Теленаблюдение.
- В. Освещение внутренних труб водоотводящей сети.

4. Причины утечки из водоотводящих сетей:

- А. Низкое качество труб водоотводящей сети.
- Б. Уровень расположения грунтовых вод.
- В. Заращение труб водоотводящей сети.

10 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ

10.1 Испытание канализационных сетей

Испытание канализационных сетей производят согласно ДБН В.2.5-75:2013 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

В крупных населенных пунктах, с учетом специфики городского хозяйства, разрабатываются дополнительные нормативные материалы. Например, в г. Киеве пользуются «Правилами производства и приемки работ по подземным сооружениям и надземному инженерному оборудованию г. Киева».

Как правило, сооружение канализационных сетей и коллекторов ведут специализированные подрядные организации. Технический надзор за строительством осуществляется заказчиком (служба технадзора, эксплуатационный участок службы канализационной сети или отдел капитального строительства).

Контролю подлежат:

- устройство оснований под коллекторы;
- качество труб, заделка стыков, соответственно применяемых материалов, принятых в проекте и др.;
- устройство колодцев и камер на сети, основания, гидроизоляция и др.;
- плановая и вертикальная прокладки трубопроводов;
- соответствие выполняемых работ проекту и ДБН.

В случае нарушения строителями проекта или правил производства работ, представитель технадзора составляет соответствующее предписание подрядной организации для принятия необходимых мер.

Для приемки построенного канализационного коллектора подрядная строительная организация должна представить государственной комиссии следующие документы:

- исполнительные чертежи на все построенные сооружения;
- акты на разбивку сооружений в натуре;
- акты на скрытые и специальные работы (основания под трубопровод и колодцы, заделка стыков, гидроизоляция и др.); согласования на все изменения проекта, подписанные заказчиком и проектной организацией;
- акты гидравлического испытания;
- паспорта на все материалы и оборудование, применяемое для сооружения канализационной сети (трубы, стройматериалы, детали, оборудование и др.);
- справку от эксплуатирующей организации с указанием всех недоделок и сроков их ликвидации.

Безнапорные канализационные трубопроводы перед предварительным испытанием подлежат наружному осмотру, а коллекторы диаметром 1000 мм и более и внутреннему. Выбоины, наплывы, свищи и пустошовки, обнаруженные при наружном осмотре, необходимо немедленно устранить.

Прямолинейность прокладки трубопроводов круглого сечения можно определить при помощи зеркала и источника света, устанавливаемых в различных колодцах. Круг, видимый в зеркале, должен быть правильной формы, особенно по вертикали.

Отклонение отметок лотков в колодцах безнапорных трубопроводов от проектных не должно превышать 5 мм.

Испытание на плотность производят дважды: предварительное (до засыпки траншеи) и окончательное (после засыпки).

Одновременно с трубопроводами испытанию подлежат и колодцы на сети (за исключением колодцев, не имеющих внутренней или наружной гидроизоляции).

При предварительном испытании на плотность трубопроводы присыпают грунтом, а стыки оставляют открытыми, траншеи также не засыпают. Давление поддерживается добавлением необходимого количества воды в верхний колодец. Трубопровод считается выдержавшим предварительное испытание, если при его осмотре видимых утечек воды не обнаружено. Отпотевание с образованием капель (но не сливающихся в одну струю) допускается на 5 % труб испытываемого участка.

Величина утечки воды определяется в верхнем колодце по объему добавляемой воды до расчетного (установленного) уровня. Время испытания должно быть более 30 мин, а снижение уровня в верхнем колодце не более 200 мм.

При окончательном испытании на плотность утечка воды или ее поступление в коллектор не должны превышать значений, приведенных в таблице 10.1. При этом поступление воды определяется замером ее в нижнем колодце испытываемого участка, объемным способом или при помощи треугольного водослива.

Если уровень грунтовых вод у верхнего колодца расположен на глубине равной или больше половины расстояния между люком и шельгой, или грунтовые воды вообще отсутствуют, то величину утечки воды определяют из трубопровода. Если уровень грунтовых вод расположен на глубине, меньше половины расстояния между люком и шельгой, то определяют величину притока воды в канализационную сеть и смотровые колодцы.

Таблица 10.1 – Значения величин допускаемых утечек воды при испытании канализационных сетей

Вид трубопровода	Допустимая величина утечки или поступления воды, м ³ /сут, на 1 км длины трубопровода при диаметре труб, мм									
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Керамический	7	12	15	18	20	21	22	23	23	23
Бетонный, железобетонный и асбестоцементный	7	20	24	26	30	32	34	36	38	40

Испытания на плотность производят на участках канализационного трубопровода между смежными колодцами. Для коллекторов диаметром 1000 мм и более, по согласованию с заказчиком, можно выборочно испытывать отдельно уложенные участки трубопровода длиной 2 км. Аналогично испытание разрешается проводить при присутствии значительных количеств воды на строительной площадке. Испытание следует начинать не ранее чем через 24 ч после наполнения системы водой. Величина гидростатического давления в верхней точке трубопровода определяется по величине превышения уровня воды в колодце над шельгой трубопровода или над горизонтом грунтовых вод, если последний расположен выше шельги.

Величина гидростатического давления должна быть не менее глубины заложения труб, считая до шельги в верхнем колодце каждого испытываемого участка.

Так, для трубопроводов диаметром более 400 мм величину гидростатического давления, при испытании на утечку, можно принимать равной 4 м при глубине заложения труб свыше 4 м.

10.2 Периодический осмотр сети

Регулярный контроль за техническим состоянием сооружений и их работой – одна из основных задач по эксплуатации водоотводящей сети.

Этот контроль осуществляется путем организации периодических осмотров сети. Различают два вида осмотров: наружный (поверхностный) и технический (внутренний).

Наружный осмотр сети

Его цель – обнаружить и своевременно предупредить нарушения нормальной работы водоотводящей сети, выявить причины, угрожающие ее сохранности. Такой осмотр не реже одного раза в месяц проводит звено обходчиков в составе двух человек, реже – один человек. Обходчики проходят

по трассам сетей водоотведения и осматривают все колодцы, открывая крышки люков. Спуск обходчика в колодец при этом виде осмотра категорически запрещается.

При обходе и наружном осмотре сети обходчик устанавливает:

- наличие и целостность опознавательных знаков-указателей расположения колодцев;
- места провалов и просадок мостовых на трассе и люков колодцев;
- проведение землеройных работ в непосредственной близости от сети или работ, проводимых без разрешения;
- случаи попадания дождевых или талых вод в сеть через люки колодцев;
- отсутствие свободного доступа и подъезда к колодцам, заделку их асфальтом, завал земель или мусором;
- сдвиг и повреждение частей люков колодцев;
- неправильное расположение люка относительно поверхности мостовой;
- складирование на трассе строительных материалов и механизмов.

При этом необходимо обязательно обратить внимание на работу сети, проложенной от объектов (гаражи, больницы, столовые, рестораны), с которых возможно поступление значительно загрязненных или опасных (горячих, кислотосодержащих, с бензином) сточных вод.

При осмотре колодцев на трассе обследуемой сети обходчики выполняют следующие операции:

- на сети, проложенной под проезжей частью, перед колодцами устанавливают оградительные знаки для предохранения рабочих от наезда транспорта;
- очищают люк от земли, мусора, снега;
- открывают крышку люка и проверяют ее целостность и состояние корпуса люка;
- отмечают видимые с поверхности земли повреждения горловины люка, стенок колодца и устья трубопровода;
- определяют степень загрязнения колодца;
- устанавливают характер течения и степень наполнения люков;
- при подпоре измеряют его глубину;
- проверяют состояние ходовых и вспомогательных скоб;
- проверяют наличие пломб на специальных колодцах (аварийных, контрольных на выпусках промышленных предприятий и др.).

Перечисленные наиболее характерные недостатки в работе водоотводящей сети можно обнаружить при поверхностном осмотре. При этом в каждом

конкретном случае нужно устанавливать основные причины, вызывающие эти неисправности, чтобы своевременно их устранить.

Наружный осмотр сети водоотведения имеет отдельные сезоны. Так, весной до наступления паводка, на участках сети, расположенных на территориях, подвергающихся затоплению весенними водами, необходимо провести специальный осмотр и обследование. За 4–5 дней до наступления паводка крышки люков очищают от загрязнений, а сами люки осматривают, тщательно проверяя плотность примыкания их корпусов к верхней части горловин колодцев. В необходимых случаях имеющиеся зазоры между крышкой и корпусом люка конопатят паклей или войлоком, пропитанным битумом.

Иногда обходчики по заданию администрации службы водоотведения обследуют ведомственные и дворовые сети водоотведения и проверяют, как домоуправления, предприятия и организации выполняют предписания службы эксплуатации, выданные ранее, о мероприятиях по подготовке к паводку. Основная цель этих осмотров – предупредить в весенний период спуск в смотровые колодцы талых вод и сброса снега, сколотого льда и т. д.

Эти проверки проводят в присутствии представителей, на балансе которых находятся сети водоотведения, и оформляют двухсторонними актами.

При составлении и утверждении годовых графиков работы обходчиков, производящих наружный осмотр сети, нужно стремиться, чтобы минимальное число работ выполнялось в зимнее время.

Все выявленные обходчиками при наружном осмотре сети дефекты отмечают ежедневно в особом журнале. В нем указывают характер дефекта, место на сети, где он обнаружен, и время его устранения. Руководители службы эксплуатации при составлении плана текущих и капитальных ремонтов сети обязательно используют сведения из этих журналов.

Технический осмотр сети

При этом виде осмотра водоотводящей сети выявляют дефекты технического состояния и гидравлические условия работы канализационной сети, которые нельзя обнаружить при наружном осмотре. При техническом осмотре, кроме операций, выполняемых во время наружного обхода, тщательно обследуют изнутри все колодцы, устья трубопроводов, проходные каналы, проверяют действие оборудования и арматуры, а также ликвидируют мелкие неисправности силами бригады.

Технический осмотр сооружений сети проводят по специальному графику работ не реже одного раза в год, преимущественно весной и осенью, проходных каналов – один раз в два-три года.

Отдельные специальные устройства сети канализации – дюкеры, аварийные выпуски, колодцы с задвижками на переключениях или на напорных

трубопроводах – осматривают в плановые сроки, гарантирующие бесперебойную работу сети.

Бригада для проведения технического осмотра смотровых колодцев состоит не менее чем из трех человек: бригадира и двух рабочих. Желательно, чтобы бригада работала под руководством инженерно-технического работника.

Открывание крышек колодцев, проверка наличия в них газа, спуск рабочих в колодец и работа в нем производится в строгом соответствии с правилами техники безопасности.

Рабочий, который спускается, тщательно обследует состояние стенок, перекрытий и лотков, устьев трубопроводов, при этом обращают внимание на наличие трещин в местах примыкания трубопроводов к стенкам колодца, на появление в лотках уступов или порогов, затрудняющих движение сточной воды. Одновременно с этим стенки колодца и лотки очищаются от накопившихся отложений, мусора и грязи.

Технический осмотр специальных колодцев на сети (на аварийных выпусках, дюкерах, напорных трубопроводах и т. д.) проводится в сроки, устанавливаемые особым графиком. При этом проверяют легкость открывания задвижек и шиберов, смазывая трущиеся части. В колодцах с аварийными выпусками проверяют сохранность наложенных пломб и герметичность закрытия задвижек.

Результаты технического осмотра водоотводящей сети оформляют в журналах или особыми актами. Записи об осмотре должны быть точными, подробными и исчерпывающими. В них необходимо отразить особенности отдельных конструкций и деталей сооружений.

Нужно помнить, что на основании данных осмотра служба эксплуатации сети составляет техническую документацию на производство текущего капитального ремонта сети и сооружений на ней или дает распоряжение на прочистку или промывку отдельных трубопроводов, а также на внеплановый ремонт.

Отдельные результаты технических осмотров, такие как проверка аварийных выпусков, дюкеров, других сооружений, оформляют особыми актами. В случаях, если проводится технический осмотр сети, конструктивно увязанной с другими сооружениями (переходы через железные дороги, мосты), подписывают двусторонний акт с участием представителя организации, которая эксплуатирует эти сооружения.

Такие же акты оформляют, если обнаружены дефекты в дворовых и производственных сетях или если нарушены правила использования канализационной сети (сбрасываются талые воды и снег весной, спускаются опасные производственные стоки, дренажные воды и т. д.).

Перед выходом на технический осмотр водоотводящей сети бригада должна получить наряд-заказ на обход. Результаты проделанной работы бригадир, кроме записи в журнале, лично докладывает диспетчеру или руководству, которое обязаны систематически проверять правильность ведения журнала и контролировать работу бригады.

Для усиления ответственности персонала за обеспечение нормальной работы водоотводящую сеть делят на участки, которые закрепляют за отдельными обходчиками или за определенной бригадой по техническому осмотру. Размеры участков должны быть такими, чтобы обходчик или бригада могли за рабочий день осмотреть определенный район и обработать результаты обхода.

10.3 Профилактическая прочистка сети

Практика показывает, что наиболее трудоемкой эксплуатационной работой на водоотводящей сети является регулярная профилактическая (предупредительная) прочистка трубопровода.

Ее цель – обеспечить бесперебойное протекание сточных вод и предупредить возможное засорение сети отложениями осадков. Кроме того, профилактическая прочистка улучшает качественный состав воздуха в сети, так как из нее удаляют гниющие органические вещества, содержащиеся обычно в осадке.

Профилактическую прочистку водоотводящей сети проводят на основании годовых планов работ. При разработке таких планов устанавливают периодичность и последовательность прочистки отдельных участков, способы прочистки, количество рабочих, инструментов и механизмов, исходя из размеров трубопровода и их технического состояния, гидравлических условий (подпор) сети, результатов технического осмотра и т. д.

Трубопроводы диаметром до 0,6 м включительно прочищают, как правило, не менее одного раза в год. Сети с незначительным наполнением, небольшими скоростями течения сточных вод и повышенным содержанием в них тяжелых осадков прочищают несколько раз в год.

Необходимость ежегодной профилактической прочистки трубопровода диаметром свыше 0,6 м обуславливается их гидравлической характеристикой и техническим состоянием. При благоприятных условиях отдельные трубопроводы большего диаметра можно прочищать один раз в несколько лет.

Как правило, сети прочищают по отдельным бассейнам канализования, начиная с верхних участков уличных сетей.

Поскольку профилактическую прочистку водоотводящих сетей можно осуществлять различными способами, то важнейшей задачей службы эксплуатации сети является выбор наиболее рационального из них для данных конкретных условий. Основные способы прочистки водоотводящей сети:

- 1) гидравлический – водой;
- 2) гидромеханический – самодвижущимися (за счет подпора воды) снарядами, плавающими и передвигающимися по дну;
- 3) гидродинамический – струями воды, подаваемой под высоким давлением;
- 4) механический – снарядами, протаскиваемыми по трубопроводам с помощью лебедок.

При гидравлическом способе для прочистки трубопроводов используют сточную, водопроводную воду или воду из местных источников. Этот способ применяют в основном на трубопроводах малых диаметров (150–250 мм) при наличии неплотно слежавшихся и легких осадков. Суть его состоит в том, что различными приемами создается кратковременное увеличение расхода воды и скорости ее течения на отдельном участке сети. Вода поднимает со дна трубопровода осадок и переносит его дальше по течению. Операция длится до полного удаления осадка из трубопровода.

Гидромеханический способ прочистки сети заключается в том, что по трубопроводам пропускают специальные приспособления (снаряды), имеющие размеры меньшие, чем поперечное сечение труб. Размывают осадок струями воды, выбиваемыми с большой скоростью через узкие щели – просветы между снарядом стенками и дном трубопровода. Поток воды и движущимся снарядом осадок продвигается вниз по течению. При гидромеханическом способе применяют самодвижущиеся снаряды, передвигающиеся по трубопроводу за счет создаваемого ими подпора воды. Скорость течения воды при этом резко увеличивается, достигая 8–10 м/с, в результате чего осадки размываются и уносятся вниз по течению. При таком способе прочистки из трубопроводов удаляются не только органические вещества и песок, но и довольно крупные предметы. В отдельных случаях снаряды протаскивают тросами лебедок. При гидромеханическом способе прочистки сети наибольшее распространение получили плавающие снаряды – резиновые и металлические шары, деревянные цилиндры и ползущие снаряды,двигающиеся по дну трубопроводов, парные диски.

При этом резиновые шары и диски используют на трубопроводах диаметром до 0,6 м, так как возможен их пропуск через стандартные круглые горловины смотровых колодцев. А деревянные цилиндры и металлические

шары применяют на коллекторах большого сечения, опуская их через съемные перекрытия камер-колодцев.

При гидродинамическом способе прочистки сети в устье очищаемого трубопровода вводят специальный, с особым наконечником шланг, в который из цистерны машины для очистки канализационных сетей КО-502 или КО-504 под большим давлением подают водопроводную воду. Выходящие из отверстий наконечника струи воды создают реактивную тягу, передвигающую шланг по трубопроводу, одновременно размывают осадки на дне и стенках трубопровода и транспортируют их вниз по течению.

Механическую прочистку сети специальными снарядами применяют в тех случаях, если невозможно использовать указанные выше способы прочистки из-за большого количества осевших в трубопроводах осадков или из-за их значительной твердости при малом притоке сточных вод, а также в подтопленных трубопроводах с дефектами. К числу таких снарядов относятся корнерезы, совки, взрыхлители осадка, якоря и др. Эта работа трудоемка и проходит в антисанитарных условиях. Кроме того, протаскивать указанные снаряды с помощью лебедок нужно очень осторожно, чтобы не повредить стойки и стыки трубопроводов, особенно керамических.

При профилактической прочистке водоотводящей сети любым из указанных способов большая часть осадков разрыхляется, размывается и уносится, как правило, потоком воды в нижележащие участки трубопроводов. Однако в некоторых случаях, например, когда трубопровод сильно засорен и осадки состоят из тяжелых фракций (песок, камни, металлические предметы) или имеют большие размеры, чтобы предупредить засорение нижележащей по течению сети, прибегают к задержанию этих загрязнений, улавливая их в смотровых колодцах и извлекая на поверхность земли различными способами (вилы, ведра, насосы и др.). Извлеченный осадок необходимо в кратчайший срок вывезти на свалку. Иногда для удаления большого количества осадков из колодцев применяют машины илососные ИД-98013 или КО-507. Однако их использование ограничено высотой подъема осадка (около 5 м) и затруднено при работе в холодное время года.

Профилактическую прочистку водоотводящей сети осуществляют бригады, состоящие из бригадира и 3–5 рабочих. Число рабочих зависит от размеров сечения трубопроводов, интенсивности движения на проезжей части, характера применяемых снарядов и других особенностей работы. Если предполагается извлечение из сети большого количества загрязнений, состав бригады увеличивают.

Работы по профилактической прочистке водоотводящей сети производят круглый год, но план составляют таким образом, чтобы не менее 2/3 всех

годовых работ по прочистке выполнялось в теплое время года. На транспортных магистралях прочистку производят преимущественно ночью. Своевременная прочистка трубопроводов уменьшает возможность возникновения засоров и позволяет избежать работ по извлечению из колодцев сети осадков.

Промывка сети водой

В основном она бывает разовой. Осуществляют промывку следующим образом. В специальном промывном колодце, расположенном выше участка сети, намеченного для промывки, закрывают затвором или пробкой выходное отверстие трубы, соединяющей этот колодец с канализационной линией для того, чтобы накопить в колодце определенное количество воды. Когда затвор или пробку быстро открывают, вода устремляется в сеть с повышенной скоростью, поднимает и увлекает за собой выпавшие на дно трубопровода осадки. На практике специальные промывные колодцы и резервуары встречаются редко, поэтому сеть можно промыть накоплением воды в самом смотровом колодце указанным способом.

Скорость вытекающей из колодца промывной воды зависит от высоты накопленной в колодце воды и с ее снижением уменьшается. Количество воды, необходимой для промывки сети, зависит от степени засорения трубопроводов и характера осадков, длины промываемых участков, их уклонов, диаметров трубопроводов и способа промывки. Практика показывает, что при накоплении воды высотой 1,5–1,6 м в круглом колодце диаметром 1 м из него можно промыть участок сети диаметром 150–200 мм на протяжении 200 м.

Как правило, для промывки сети используют условно чистые воды промышленных предприятий, прудовые или речные воды, которые перекачивают насосами или подвозят цистернами. В отдельных случаях сеть можно промыть и струей водопроводной воды из рукава, присоединенного к пожарному гидранту. Поскольку применение этого метода связано с обязательным получением разрешения от санитарных органов и высочайшей ответственностью исполнителей, он не получил практического распространения. Более надежна и эффективна в санитарном отношении промывка сети при использовании поливомоечных автомобилей, которые могут создать сильную струю для размыва и передвижения осадка, получившая широкое распространение в г. Харьков.

При использовании для промывки сточной воды, накапливаемой в смотровом колодце водоотводящей сети, необходимо следить, чтобы возникающий при этом подпор в вышележащих участках сети не приводил к затоплению канализационных подвальных помещений. После окончания работ стенки и лотки затопляемых смотровых колодцев желательно промыть чистой водой, чтобы удалить осевшие на них поверхности загрязнения.

Прочистка резиновыми шарами и дисками

Этот способ заключается в том, что по трубопроводу пропускают резиновый шар, наполненный воздухом. В устье трубопровода из верхнего колодца, подлежащего прочистке, заправляют шар нужного размера, прикрепленный к тросу лебедки, установленной над колодцем. Свободное течение сточной воды в сети прекращается, и уровень ее в колодце начинает повышаться. Под воздействием образовавшегося подпора воды шар продвигается по трубопроводу, а размываемый осадок уносится вниз по течению (рис. 10.1).

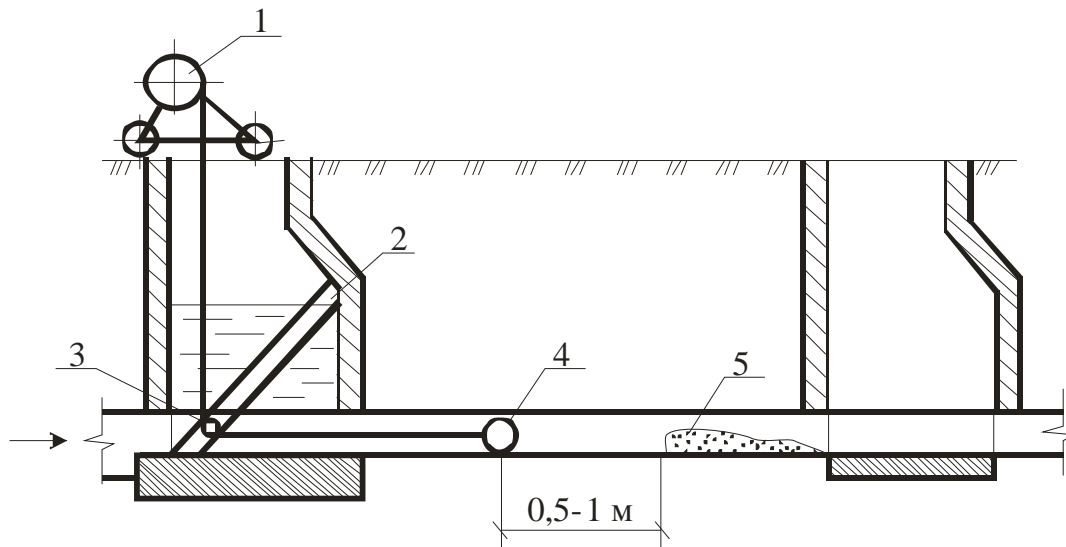


Рисунок 10.1 – Схема гидромеханического способа прочистки трубопровода:

1 – лебедка; 2 – упорная скоба; 3 – блок; 4 – мяч в каркасе; 5 – осадок

В зависимости от расхода воды и скорости ее течения в нижележащих участках сети, а также количества осадка его или сплавляют вниз по течению, или задерживают и вынимают из нижнего колодца очищаемого участка во избежание закупорки расположенных ниже участков сети.

В последнем случае скорость продвижения шара по трубопроводу должна быть такой, чтобы можно было удалить осадок из колодца.

Шар, достигший нижнего колодца, перезаправляют в следующий участок трубопровода. Как показывает практика, незначительные неровности внутренних стенок или прогибы сети в плане и профиле не препятствуют продвижению плавающего шара. Если же его движение замедляется из-за недостаточного количества стоков, в трубопровод для создания напора добавляют воду из водопровода или из других источников.

В исключительных случаях, если шар застрянет в трубопроводе из-за разрыва троса, прибегают к проколу шара металлическими штангами.

Прочистку сети резиновыми шарами осуществляют в такой последовательности.

Установив знаки ограждения у двух соседних смотровых колодцев прочищаемого участка сети, проверяют наличие газа, после чего в верхний колодец опускают специальный блок и шар, к колодцу которого привязан конец троса от лебедки, устанавливаемой над колодцем. Затем в колодец спускается рабочий, одетый в соответствии с требованиями «Правил безопасности при эксплуатации водопроводно-канализационных сооружений», и заправляет шар в трубопровод, установив в его устье блок с тросом. Поднявшись затем на поверхность, рабочий следит за повышением уровня воды в этом колодце. Когда подпор достигнет 1 м, постепенно ослабляется натяжение троса и этим регулируется продвижение шара по трубопроводу. Второй рабочий в это время опускается в соседний ниже по течению колодец и из его лотка совком извлекает осадок и нагружает его в ведро, которое поднимают на поверхность.

Затем лебедку переставляют на колодец, где остался шар, и рабочий заново привязывает его к тросу, устанавливает блок, и все операции повторяются. В отдельных случаях на прямых участках сети при наличии троса соответствующей длины шар пропускают с одной установкой блока в верхнем колодце через несколько участков трубопровода. На практике бывает, что отдельным бригадам удается прочищать шарами трубопроводы протяжением до 300 м, не перенося лебедку.

При сильной засоренности трубопровода отложениями по участку сети сначала пропускают шар небольшого диаметра, а затем операцию продолжают с шаром, диаметр которого соответствует диаметру сети.

Если движение шара замедлилось и прекратилось, его следует несколько раз подтянуть к лебедке и вновь отпустить. Когда и это не помогает, переходят на работу с двух лебедок, установленных на верхнем и нижнем колодцах. Шар привязывают с двух сторон и пускают из верхнего колодца. При остановке движения шар подтягивают тросом лебедки со стороны нижнего колодца. Эту операцию нужно выполнять без особых усилий, чтобы не повредить шар и трубопровод.

В ряде случаев необходимо проводить прочистку участка сети, находящегося в подпоре. Эту работу начинают не с верхних участков линии, а с нижних, пропуская осадок в трубопровод, работающий без подпора. При этом приходится неоднократно возвращаться к прочистке нижних участков трубопровода, чтобы перегнать в них весь осадок и снять в первую очередь подпор.

Эффект прочистки канализационной сети шаром зависит от размера зазора между лотком трубопровода и поверхностью шара.

В практике встречаются случаи, когда наряду с резиновыми используют и ледяные шары – в основном для прочистки дюкеров и при отсутствии сложностей в изготовлении ледяных шаров.

Прочистка сети канализации спаренными дисками

Производится теми же приемами, что и при прочистке резиновыми шарами. Нужно помнить, что диски являются жесткими снарядами и их нельзя применять в сети, имеющей просадки и искривления в плане и профиле, и при большом количестве осадков. В этих случаях, как правило, происходит заклинивание самого диска в трубопроводе.

Преимущество дисков по сравнению с резиновыми шарами (мячами) состоит в том, что жесткие диски, продвигаясь по дну трубопровода, обеспечивают перемещение таких предметов, которые шарами не удаляются (металл, графит, кирпичные обломки).

Прочистка сети деревянными цилиндрами и металлическими шарами в основном аналогична прочистке резиновыми шарами. Вместе с тем, из-за значительных расходов сточных вод и большого количества отложений в трубопроводах, прочищаемых цилиндрами, предварительно необходимо выполнить ряд подготовительных работ.

Так, надо заблаговременно обследовать трубопровод и установить его фактическое наполнение и расход сточных вод, степень заиленности, характер осадков, состояние внутренней поверхности трубопровода, необходимости переустройства горловин колодцев.

Для создания подпора с перепадом не менее 0,6–0,7 м между горизонтами жидкости ниже и выше заправленного в трубопровод цилиндра необходимо определить наполнение сети и расход сточных вод.

Степень заиленности и характер осадков в трубопроводе нужно знать для того, чтобы выбрать способ их удаления: ведрами или механизмами из промежуточных колодцев или последовательной перегонкой по нижележащим участкам сети. Нужно учитывать состояние внутренней поверхности стенок трубопровода, особенно подщельной части, поскольку это может быть основной причиной, затрудняющей движение цилиндра или препятствующей вообще проведению работ.

Для опускания больших снарядов в лотки смотровых колодцев на трубопроводах диаметром более 0,6 м предусматривают специальные горловины с люками размером 1×1 , $1 \times 1,5$ и $1,5 \times 1,5$ м.

На основании указанных предварительно собранных сведений и данных разрабатывают план прочистки сети: устанавливают последовательность

проведения операций, длину каждого прочищаемого за один раз участка, условия дополнительного обеспечения сети водой, способы и места удаления осадка, колодца для переустройства горловины.

Из-за не гигиеничности деревянных цилиндров все чаще для прочистки больших трубопроводов применяют металлические шары.

Резиновые, ледяные и металлические шары, деревянные цилиндры и диски – основные снаряды, используемые при профилактической прочистке сети. Их применение требует небольших затрат и обеспечивает удовлетворительные условия работы рабочих.

Прочистка сети машиной КО-502 или КО-504 выполняется следующим способом. Вблизи нижнего колодца прочищаемого участка машину устанавливают так, чтобы шланг мог свободно опускаться в колодец. К шлангу прикрепляют наконечник нужного размера и заправляют шланг с поверхности земли через специальный блок в трубопровод навстречу потоку сточной воды. Затем включают насос и шланг под действием реактивной тяги, создаваемой водой, вытекающей из отверстий наконечника с большой скоростью, начинает продвигаться по трубопроводу со скоростью холостого хода – до 1 м/с. По достижению верхнего колодца шланг сматывают обратно на барабан лебедки со скоростью, уменьшенной до 0,2 м/с (рабочий ход). Струи воды, выходящие из наконечника шланга с давлением до 16 МПа, размывают выпавшие на дно или прилипшие к стенке трубопровода осадки, которые потоком смеси водопроводной и сточной вод передвигаются вниз по течению.

После прочистки участка сети машину переставляют на новый колодец, а по окончании работ шланг обмывают водой, протирают тряпкой и свертывают на барабан лебедки. Наблюдения за характером вымываемых осадков и удаление их из колодца производится так же, как и при гидродинамической прочистке сети.

Прочистка сети специальными снарядами

Когда невозможно применить рассмотренные способы – при наличии слежавшихся осадков или прорастании в стыки корневой системы растений, используют специальные снаряды: совки, рыхлители, якоря, корнерезы (цепочную карусель – рис. 10.2). Эти снаряды протаскивают по трубопроводу с помощью тросов от двух лебедок. Прочистка состоит из следующих операций. Открыв крышки колодцев, подлежащих прочистке, из верхнего колодца в нижний пускают по течению поплавков со шнуром, а затем протаскивают тонкий переходной тросик. С его помощью по трубопроводу к верхнему колодцу протаскивают рабочий трос, прикрепленный к лебедке, установленной на нижнем колодце. Над верхним колодцем также устанавливают лебедку с рабочим тросом. К концам обоих тросов с помощью сereg прикрепляют

кольца снаряда требуемых вида и размера. В обоих колодцах размещают также блоки, через которые пропускают тросы. Введенный в трубопровод из верхнего колодца снаряд протягивают лебедкой к нижнему колодцу, одновременно медленно сматывая трос с одной лебедки и наматывая на другую лебедку.

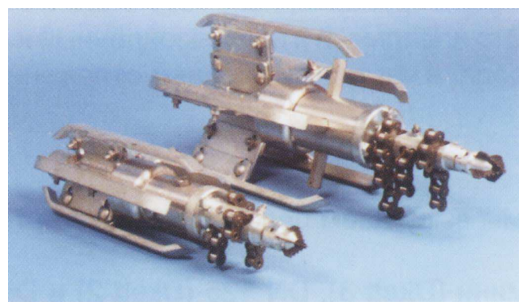
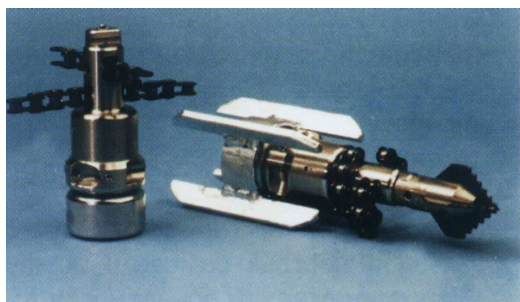


Рисунок 10.2 – Цепочные карусели

Во время работы лебедок рабочие не должны находиться в колодцах. При появлении осадка в нижнем колодце работы лебедкой приостанавливают. Один из рабочих спускается в колодец с обязательным соблюдением правил техники безопасности и применением средств индивидуальной защиты, собирает осадок и доставляет его на поверхность, после подъема рабочего из колодца прочистку участка продолжают, повторяя операции до тех пор, пока снаряд не появится на нижнем колодце. Здесь с него снимают трос от лебедки с верхнего колодца, перематывают на другую лебедку и переставляют ее на следующий колодец. Затем так же, как и в первом случае, перетягивают от нее рабочий трос, крепят его к снаряду и повторяют все операции на новом участке прочищаемого трубопровода.

Снаряд, блоки и тросы периодически очищают от налипающих загрязнений, что обеспечивает высокие темпы прочистки сети.

Операции по прочистке сети специальными снарядами похожи на операции по прочистке трубопровода шаром и с помощью двух лебедок, поэтому при необходимости в случае задержки движения пользуются приемами, которые уже упоминались.

Результаты прочистки сети после возвращения бригады с трассы должны быть занесены в журнал службы эксплуатации. При этом указывают время, место, способ производства работ, протяженность и диаметр отдельных участков сети, характер и количество изъятых осадков, затраты труда, время работы транспорта, механизмов и др. В отдельных, особо сложных случаях, на прочистку составляют специальные акты, которые при необходимости подписывают представители заинтересованных организаций.

10.4 Ликвидация засоров на водоотводящей сети

Правильно спроектированная и построенная водоотводящая сеть может засориться в основном в результате нарушения населением и персоналом предприятий правил пользования приемниками сточных вод и несвоевременного или нерегулярного проведения периодических осмотров и профилактических прочисток. Засоры значительно уменьшают или полностью прекращают движение сточной воды. При этом в сети образуется подпор, который при неисправности приборов внутренней канализации может привести к затоплению подвальных помещений. В основном же и в первую очередь, излив сточной жидкости, происходит через люки смотровых колодцев на поверхность проезда, дворовой территории или в водоем, что недопустимо по санитарным требованиям. Поэтому ликвидировать засоры необходимо в возможно короткие сроки.

С этой целью в службе эксплуатации водоотводящей сети в течение суток должна дежурить аварийная специальная бригада по ликвидации засоров. В зависимости от протяженности сети количество таких бригад может быть и больше.

Эта бригада состоит из бригадира и трех рабочих, в ее состав обычно включают и водителя аварийной машины, которая оснащена набором необходимых инструментов, приспособлений и средств защиты. Прибыв по направлению диспетчера, бригада определяет участок сети, на котором произошел засор, открывает крышки колодцев, колодцы, расположенные выше места засора, заполнены сточной водой, колодцы, находящиеся ниже места засора, обычно «сухие» или с незначительным течением воды. Два колодца – выше и ниже места засора – остаются открытыми и около них выставляют оградительные знаки. Одновременно обследуют район возможного подтопления сети и при необходимости закрывают задвижки на выпусках из подвальных помещений.

Операции по ликвидации засоров могут быть самыми разнообразными и зависят от многих условий, основными из которых являются количество сточной воды, диаметр и материал трубопровода, характер засора и место его нахождения, интенсивность движения транспорта по проезду, санитарные требования.

В первую очередь специальными вилами обследуют лоток и устье трубопровода в затопленном колодце. Если засор произошел в этом колодце, его устраняют с помощью вил или изогнутого конца направляющей трубы. Предварительно нужно поставить вторые вилы в нижележащий колодец для улавливания предметов, образовавших засор, и последующего извлечения

их на поверхность. В отдельных редких случаях необходимо отсечь указанный колодец от сети, откачать из него воду и поднять на поверхность оказавшиеся в колодце инородные предметы, ставшие причиной засора устья трубопровода.

Засор, образовавшийся на участке сети между колодцами, можно устранить: сталистой проволокой, гибким валом, обратным давлением воды, стальными штангами или с помощью гидропромывного метода.

Гибким валом или проволокой устраняют засоры на трубопроводах диаметром до 300 мм включительно. Если использование этих приспособлений не дает результатов, засор ликвидируют обратным давлением или с помощью гидропромывной машины.

При работе сталистой проволокой бригада выполняет следующие операции. Направляющую трубу свинчивают с надставками до длины несколько превышающей глубину затопления колодца, из нижнего колодца изогнутым концом трубу вводят в устье засорившегося трубопровода и укрепляют ее в люке особым держателем. Можно использовать и цепной трубодержатель. Затем проволоку вводят в направляющую трубу, постепенно сматывая с круга, и проталкивают до места засора, пробивая его легкими ударами и поворотами наконечника проволоки с помощью специальной ручки. При необходимости проволоку пропускают через засор до верхнего колодца, привязывают к ней трос и навязанным на нее узлом тряпок, протаскивая его взад и вперед, полностью разбивают засор.

Ликвидация засоров сталистой проволокой имеет ряд недостатков: изгибание проволоки при проталкивании по трубопроводу, требующее дополнительных усилий на преодоление большого трения о его стенки, отсутствие у наконечника необходимой пробойной силы, большая трудоемкость и продолжительность работ.

При использовании гибкого вала эти недостатки сглаживаются или полностью устраняются. Работа с валом аналогична работе сталистой проволокой через направляющую трубу.

Гибкий вал, обладая хорошим скольжением по трубопроводу и большей массой, имеет значительную пробивную способность и ускоряет работу по устранению засора. Однако работать с ним следует осторожно, так как удар наконечника вала может повредить стенки и стыки труб, в первую очередь керамических. Большая масса вала требует больших физических усилий для его продвижения.

При «глухом» засоре, т. е. засоре, не пропускающем воду, эффективен способ его устранения обратным движением сточной воды (рис. 10.3). Для этого «пробки» устанавливают выше затопленного колодца для снятия основного притока воды, сточную воду насосом по временному трубопроводу

перекачивают в нижний колодец и создают в нем подпор. Поток воды устремляется к засору и выдавливает его в пустой верхний колодец, откуда его извлекают на поверхность. После ликвидации засора «пробки» в колодцах снимают и восстанавливают нормальную работу сети.

Устраняют или ликвидируют засор с помощью шланг, как правило, из нижнего колодца. Чтобы предотвратить подтопление сточной водой рабочего, находящегося в колодце в момент разрушения засора, в ближайшем соседнем колодце выше засорившегося участка ставят «пробку». До ее снятия рабочий успевает разбить засор, собрать его остатки, вытащить их, забрать инструменты и подняться на поверхность. Чтобы эти операции выполнялись быстро, их нужно предварительно отработать на поверхности земли.

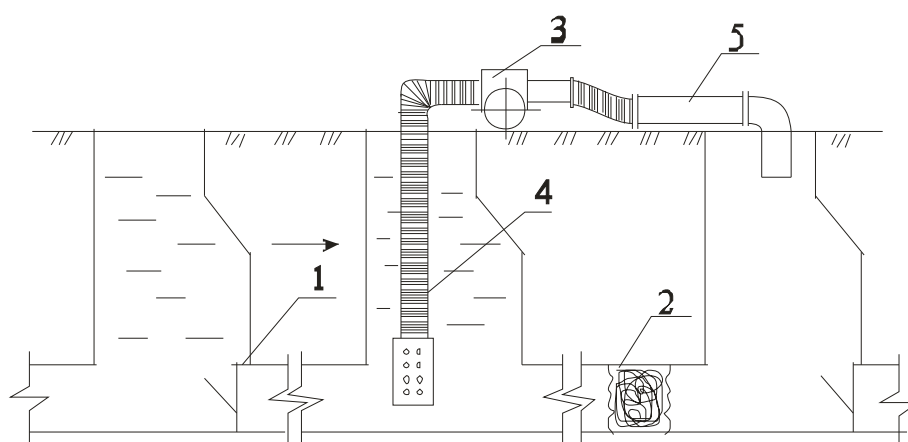


Рисунок 10.3 – Схема устранения засорения в трубопроводе способом обратного давления:

1 – щитовые пробки; 2 – место засора; 3 – насос;
4 – всасывающий рукав; 5 – временный трубопровод

Поскольку сборку и разборку штанг проводят на дне колодца в стесненных условиях, этот метод устранения засоров очень трудоемкий и применяется сравнительно редко.

В последнее время широкое распространение получил способ ликвидации засоров на водоотводящей сети с использованием каналоочистительной машины. Действия персонала в этом случае аналогичны действиям при очистке сети с помощью специального наконечника, дающего сильную струю воды, которая разрушает засор.

После устранения засора, необходимо дождаться спада уровня сточной воды во всех подтопленных участках сети, прочистить их, прохлорировать затопленные территории и места разлива стоков, устранить другие последствия засора. Осадки и мусор, вызвавшие засор, задерживают вилами в нижнем колодце, собирают в ведро, извлекают на поверхность и отвозят на свалку,

а в отдельных случаях убирают в мусоросборники домоуправлений или дорожных служб.

Убедившись в восстановлении нормального течения сточной воды в вышележащих участках сети, бригада промывает чистой водой и очищает все инструменты и приспособления.

Бригадир обязан отмечать в специальном журнале службы эксплуатации выполнение всех операций по ликвидации засора. В нем указывают место и причины засора, способы его устранения, время начала и окончания работы, количество затраченного труда, использование транспорта и механизмов. При ликвидации особо сложных случаев засора составляют акт.

Если устранить засор в короткий срок ни одним из перечисленных способов не удастся, бригадир немедленно должен сообщить об этом в диспетчерскую и вызвать на место засора технических руководителей службы эксплуатации. При принятии ими решения о необходимости разрытия земли и вскрытия трубопровода срочно организуется перекачка сточной жидкости в обход засорившегося участка по временному трубопроводу или в другие линии, а в экстренных исключительных случаях с разрешения санитарных органов открывается аварийный выпуск в водоем или в водосток. При необходимости бригада ограждает место аварии.

10.5 Аварийно-восстановительные работы на водоотводящей сети

Нередко нормальная эксплуатация водоотводящей сети нарушается из-за дефектов строительства, несоблюдения отдельными абонентами правил пользования канализацией и др. Это приводит к внезапным разрушениям или закупоркам труб, прекращению отведения сточных вод с изливом их на поверхность земли и вызывает необходимость вскрытия трубопроводов (раскопку) с выполнением аварийно-восстановительных работ.

Только в г. Харьков ежегодно бывает от 20 до 30 крупных аварий на водоотводящих сетях городской канализации с раскопкой трубопроводов и выполнением сложных аварийно-восстановительных работ.

Основные причины таких аварий:

1. Просадка труб и колодцев, обусловленная дефектами проектирования и строительства (некачественная заделка стыков, монтаж колодцев и укладка трубопроводов на небрежно подготовленное основание, неправильное назначение типа оснований и др.).

2. Истирание лотков трубопроводов при повышенных скоростях течения сточных вод с твердыми веществами.

3. Разрушение труб под действием внешних нагрузок (насыпной грунт, транспорт).

4. Разрушение трубопроводов от коррозии вследствие агрессивного действия сточных вод и блуждающих токов.

Как правило, сети канализации – тупиковые и авария на одном из участков выключает из работы все сети, присоединенные к этому участку, поэтому на период ликвидации аварии обычно обеспечивают временный режим работы канализационной сети в обход аварийного участка. Необходимые для этого мероприятия:

- предупреждение абонентов о временном (на период восстановительных работ) уменьшении подачи воды;

- организация работ в ночное время (в часы наименьшего водопотребления);

- устройство обводной линии и временной перекачки сточных вод в обход аварийного участка в нижележащие сети.

После окончания подготовительных работ отключают ремонтируемый участок. Для этого в выше- и нижерасположенных колодцах устанавливают специальные «пробки» (рис. 10.1), вид, размеры которых зависят от диаметра сети, габаритных размеров колодцев, времени выполнения работ и других условий. «Пробки» бывают металлические, деревянные, пневматические, устанавливают их с поверхности земли либо из колодцев. Для отключения сети можно использовать и обыкновенные мешки с песком или с другим наполнителем.

После выполнения всех перечисленных мероприятий приступают к вскрытию ремонтируемого участка сети и замене вышедших из строя труб или другим работам. Поскольку канализационные сети часто находятся в обводненных грунтах, аварийные работы на них проводят с помощью искусственного водопонижения.

После ликвидации аварии приступают к восстановлению работы сети в такой последовательности. Сначала «пробку» снимают в нижнем колодце, затем в верхнем. Убедившись в нормальной работе трубопровода, отключают и демонтируют временную установку водопонижения, если она есть, и засыпают трубопровод.

Нужно помнить, что аварийно-восстановительные работы на сетях канализации выполняют, как правило, без тщательно разработанного проекта. Необходимость ликвидации аварии в сжатые сроки без остановки работы системы водоотведения не дает возможности заранее произвести геологические и прочие изыскания, разработать проект, выбрать наиболее эффективную технологию и средства механизации, поэтому инженерно-технические работ-

ники служб эксплуатации чаще всего используют технологию и организуют работы по ликвидации аварий на базе накопленного опыта, имеющихся средств механизации, оперативно выполненных расчетов.

10.6 Особенности эксплуатации коллекторов глубокого заложения

В последнее время основой водоотводящей сети в крупных городах становятся тоннельные коллекторы, выполняемые методом щитовой проходки. Особенности этих коллекторов – большие глубины заложения и диаметры, высокая стоимость сооружений, повышенные требования к долговечности и другие – обуславливают необходимость поручать их эксплуатацию специализированным службам типа участка с обслуживанием до 50 км сети. Опыт работы таких служб показывает, что нормальную эксплуатацию обеспечивает участок, в составе которого имеются бригады обходчиков для профилактического и технического осмотров, слесарей для устранения закупорок и засорений в стояках перепадных устройств, специалисты телевизионного и геофизического контроля. Численность бригады составляет 6–13 человек и зависит от глубины шахты, диаметра коллектора, характера выполняемых работ. Основные профессии рабочих этих бригад – слесари аварийно-восстановительных работ, электромонтеры, слесари по КИП, оператор-радиомеханик, машинист лебедки, стропальщик.

Тоннельные коллекторы глубокого заложения транспортируют, как правило, относительно большие объемы сточных вод с самоочищающимися скоростями потока, поэтому осадки в них, как подтверждает опыт эксплуатации, не откладываются и необходимость очистки отпадает. Наряду с этим значительно увеличивается объем профилактических работ.

Наружный осмотр производят не реже двух раз в месяц. Его цель – проверить состояние люков шахт, правильность их установки по вертикали, состояние поверхности земли в радиусе 25 м от шахты и по линии тоннеля, наличие координатных табличек, загазованность в верхней части шахт на углекислый газ и метан.

Технический осмотр шахт выполняют не реже двух раз в год. Бригада состоит из 4–12 человек в зависимости от глубины шахты. Цель осмотра – определить состояние горловин лазов, лестниц, ограждений, затворов, стен, потолков, перегородок, соединений.

Технический осмотр тоннелей производят не реже одного раза в два года бригады из 7–11 человек под руководством не менее двух инженерно-технических работников. Цель осмотра – определить состояние лотка тоннеля (истирание) и причины образования осадка, состояние внутренней поверхности

тоннеля (механические разрушения, трещины, течи). В большинстве случаев сегодня невозможно исключить прекращение транспортировки по тоннельным коллекторам сточных вод (отсутствуют кольцевание, коллектора-дублера). Обследование технического состояния удобно осуществлять с помощью передвижной телевизионной установки.

Телекамера такой установки, укрепленная на передвижной тележке, вводится в коллектор и движется по нему, передавая изображение на телеэкран, установленный в кузове автобуса, где смонтирован пульт управления. Этот метод позволяет исключить контакт людей со сточной жидкостью, проследить динамику разрушения коллектора, своевременно составить дефектные ведомости и провести текущий и капитальный ремонты. Однако возможности этого метода ограничиваются при заполнении коллектора сточными водами более чем наполовину диаметра и исключаются для определения состояния лотка. В этих случаях применяют геофизические методы дефектоскопии (кавернометрия, термометрия, сейсмометрия).

При техническом осмотре коллекторов глубокого заложения диаметром более 1,5 м люди проходят по ним при полном или частичном прекращении подачи сточной воды. Работа проводится в предварительно проветренном и проверенном на загазованность коллекторе.

Данные всех осмотров, их даты и время заносят в специальные журналы или в технические паспорта водоотводящей сети и сооружений на ней.

10.7 Текущий и капитальный ремонты сети

Одна из основных задач службы эксплуатации сети – организация своевременного планово-предупредительного ремонта. Ремонт сети бывает текущим и капитальным. Ему должны предшествовать специальные осмотры, о которых говорилось ранее.

Текущий ремонт водоотводящей сети и сооружений производится за счет эксплуатационных расходов предприятия и планируется в денежных и натуральных показателях. Капитальный ремонт сети планируется и выполняется за счет амортизационных отчислений.

Текущий ремонт производится в основном силами эксплуатационного персонала или ремонтно-строительного цеха. Для ремонта необходим запас требуемых строительных материалов и запасных частей. К текущему ремонту относятся следующие основные работы:

- профилактическая промывка и прочистка сети;
- обновление указательных табличек и знаков;

- ремонт камер, шахт и колодцев (устранение свищей, заделка трещин, ремонт штукатурки, исправление лотков, ремонт скоб и частичная замена);
- мелкий ремонт внутренних поверхностей крупных трубопроводов (заделка трещин и швов);
- утепление и замена разбитых крышек колодцев, выравнивание горловины колодцев до уровня проезжей части и др.;
- ремонт подвижных частей шиберов и задвижек и т. п.

За ведением работ по текущему ремонту должен быть установлен контроль. При производстве работ необходимо соблюдать технические условия, санитарные и противопожарные правила, а также требования техники безопасности. Выполненные работы оформляют актами, в которых указывают их объем и качество.

К капитальному ремонту на сети относятся работы, выполняемые со вскрытием дорожных покрытий, проведением раскопок, устройством водопонижения для производства полной или частичной реконструкции существующих колодцев, перекладки отдельных участков линий с полной или частичной заменой труб, задвижек, шиберов, вантузов.

Перед началом капитального ремонта требуется осуществить целый ряд организационно-технических мероприятий: подготовить техническую документацию на выполнение капитального ремонта; получить согласования городских служб, имеющих свои подземные и надземные коммуникации в районе проведения ремонтных работ на сети; в большинстве случаев выполнить работы по водопонижению и ограждению площадки, где будет производиться ремонт.

Как и при текущем ремонте, за проведением капитального ремонта должен быть установлен контроль, основная задача которого – следить за технологией ремонтных работ, их сроками и качеством.

10.8 Ликвидация аварий на канализационной сети

Нормальное состояние канализационных сетей и сооружений на них ежедневно контролирует обходчик водопроводно-канализационной сети. Он обязан обходить сети и коллекторы, дюкеры, напорные участки сети и осматривать все сооружения на ней (смотровые колодцы, камеры переключения, аварийные выпуски и установленную запорную арматуру) без спуска в колодцы, вести журнал осмотра сооружений и отмечать в нем все обнаруженные недостатки и нарушения.

На основании наружного и технического осмотров канализационной сети обслуживающий персонал составляет дефектные ведомости и сметно-

техническую документацию по проведению текущего и капитального ремонтов.

Перечень работ и нормативная численность рабочих приведены в таблице 10.2, а нормы обслуживания канализационной сети – в таблице 10.3.

Таблица 10.2 – Перечень работ и нормативная численность рабочих

Работы	Категория работающих	Единица измерения
Обслуживание и ремонт канализационной сети и коллекторов	Слесарь аварийно-восстановительных работ 3–5-го разряда. Электросварщик 4–5-го разряда	1 чел. на 1 км
Обход и осмотр коллекторов и сети	Обходчик водопроводно-канализационной сети 3–4-го разряда	1 чел. на 1 км
Обслуживание механизмов и агрегатов	Слесарь аварийно-восстановительных работ 4-го разряда	1 чел. на 4 агрегата
Обслуживание душевой, стирка и сушка одежды	Машинист по стирке и сушке одежды 1-го разряда	1 чел. на 1 участок

Таблица 10.3 – Нормы обслуживания канализационной сети

Наименование работ	Нормы обслуживания на 1 человека в день (8 часов)		Нормативное время на единицу обслуживания, нормочас		Квалификация рабочих	Количество рабочих
	летом	зимой	летом	зимой		
1	2	3	4	5	6	7
Работы по наблюдению за сетями						
Наружный осмотр сети, км	4	–	2	–	Слесарь 4-го разряда	1
Технический осмотр сети с опусканием в колодцы, км	1,07	–	7,5	–	Слесарь 5-го разряда 4-го разряда	1 2
Технический осмотр скважин, шахт, задвижек, шиберов, ливнеспусков	0,8	–	10	–	Слесарь 5-го разряда	5
Маркировка сооружений марка	25	–	0,32	–	Слесарь 4-го разряда	2
Прочистка общесплавной и дождевой сетей						
Прочистка высоконапорной машиной, км: - без выемки осадка труб $D = 0,2 \div 0,375$ м	0,170	–	47	–	Механик 5-го разряда	1
$D = 0,4 \div 0,5$ м	0,120	–	66,7	–	Слесарь 5-го разряда	1

Продовження таблиці 10.3

1	2	3	4	5	6	7
- с выемкой осадка труб $D = 0,2 \div 0,375$ м	0,120	–	66,7	–	Механик 5-го разряда	1
$D = 0,4 \div 0,5$ м	0,090	–	89	–	Слесарь 5-го разряда	2
Прочистка бетонных труб, км $D = 0,4 - 0,7$ м лебедками: механизированными	0,0343	31,2	232	257	Механик 5-го разряда	1
ручными	0,032	30	250	267	Слесарь 5-го разряда	2
Очистка бытовой сети						
Промывка поливочной машиной труб, км: $D = 0,15 \div 0,25$ м	0,120	–	66,6	–	Механик 5-го разряда Слесарь 5-го разряда	1 1
Гидравлическая очистка труб, км: $D = 0,15 \div 0,25$	0,139	117	57,6	68,3	Слесарь 5-го разряда Слесарь 4-го разряда	1 1
Текущий ремонт бетонных колодцев, шт.	2	1	4	8	Слесарь 5-го разряда Слесарь 4-го разряда	1 1

Аварийные бригады должны быть оснащены инвентарем и оборудованием:

Противогазы, шт.	2
Спасательные пояса, шт.	4
Переносные лестницы, шт.	1
Ломы, шт.	2
Лопаты, шт.	4
Кувалды, шт.	2
Топоры, шт.	2
Пилы, шт.	1
Переносные электролампы с кабелем, шт.	2
Электрофоны, шт.	4
Веревки длиной 30 м, шт.	1

Сигнальные знаки, шт.	4
Щиты для ограничения места работ, шт.	6
Ведро, шт.	3
Крышки для люков, шт.	3
Решетки, шт.	1
Сапоги резиновые с длинными голенищами, пары	2
Гидрокостюм, шт.	1
Брезентовый костюм, шт.	2
Проволока диаметром 6,0–7,0 мм	30
Гибкий вал, м	60
Трубы металлические, диаметром 18 мм	4
Труба направляющая, м	6
Поливочная машина или высоконапорная установка, шт.	1
Аварийная машина с центробежным насосом и прицепным диафрагмовым насосом, шт.	1
Парообразователь Д-163-Б, шт.	1
Каски, шт.	2

На случай особо сложных аварий бригада дополнительно оснащается передвижной насосной станцией типа СНП 50/80 (переоборудованной для перекачки сточных вод), автокомпрессором, экскаватором «Беларусь», автокраном с подъемным усилием 30–50 кН, инвентарными креплениями для траншей – 30 м.

Для оперативной связи с диспетчерской службой необходимо иметь мобильные передвижные радиостанции.

Каждый случай аварии на канализационной сети должен быть зарегистрирован, в дальнейшем следует принять меры для предупреждения подобных случаев.

При расследовании аварии должны быть выявлены:

- причины возникновения и развития аварии в работе, причины повреждения сооружений и оборудования;
- конкретные виновники возникновения и развития аварии;
- действия персонала;
- работа автоматических, защитных и регулирующих устройств и причины их неправильной работы, если это имело место;

- конкретные дефекты сооружений и оборудования, а также неправильная их эксплуатация, выявившиеся в связи с аварией;

- мероприятия по восстановлению поврежденных сооружений и оборудования и предотвращение аналогичных аварий.

Расследование крупных аварий на водоотводящих сетях с повреждением сооружений и оборудования производится комиссией в составе начальника управления водопроводно-канализационного хозяйства, главного инженера и начальника цеха или участка, на котором произошла авария.

Другие аварии расследуются комиссией в составе главного инженера или лица, им уполномоченного, и начальника цеха или участка.

Если при аварии произошел несчастный случай с людьми, то он расследуется независимо от размеров аварии или брака в порядке, предусмотренном Правилами техники безопасности и охраны труда.

По окончании расследования составляют акт для передачи в вышестоящие коммунальные органы.

Аварии следует регистрировать в специальном журнале по форме (табл. 10.4).

Таблица 10.4

Город _____ область _____

(наименование организации)

№ п/п	Год, месяц, число, час произошедшей аварии	Место, где произошла авария	В чем заключается авария	Причины аварии	По чьей вине произошла авария	Меры, принятые для ликвидации аварии	Время возобновления нормальной работы	Длительность аварии	Подпись
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Журнал с печатью водоотведения должен быть пронумерован и прошнурован.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Испытание канализационных сетей.
2. Испытание на плотность водоотводящих сетей. Допустимые утечки сети.

- В. Подведение сжатого воздуха.
 - Г. Дросселирование потока.
 - Д. Промывка при помощи машин-илососов.
4. Что является причиной того, что на поверхности жидкости выступают крупные пузырьки воздуха:
- А. Прорывы в фильтроносном канале пластины.
 - Б. Неплотность в соединениях фильтроносных каналов, пластин.
 - В. Использование средне пузырчатых аэраторов.
 - Г. Повышенный расход воздуха.
 - Д. Повышенное давление в воздухопроводе.
5. Причины снижения эффекта обеззараживания воды (по результатам бактериологических анализов) при расчетной продуктивности установки:
- А. Загрязнения внешней поверхности кварцевого чехла.
 - Б. Снижение интенсивности излучения бактерицидной лампы.
 - В. Ухудшение физико-химических свойств воды (цветности, мутности).
 - Г. Резкое повышение бактериального загрязнения воды.
 - Д. Большая подача воды через лампу.
6. Какой вид осадков является наиболее опасным для окружающей среды:
- А. Токсические нестабильные органические и минеральные осадки.
 - Б. Токсические стабильные минеральные осадки.
 - В. Инертные нестабильные органические осадки.
 - Г. Инертные стабильные минеральные осадки.
7. Какой вид воды можно выделить из осадков простой фильтрацией или отжимом:
- А. Свободную.
 - Б. Коллоидно-связанную.
 - В. Гигроскопическую.
 - Г. Физико-механически связанную.
8. Какую начальную влажность имеют осадки 3 группы водоисточников (кроме осадков Кочетокской водопроводной станции г. Харькова):
- А. 99,2–99,7 %.
 - Б. 98,5–99 %.
 - В. 97,5–98 %.
 - Г. 92–95 %.
9. Каким параметром характеризуется размер взвешенных веществ, содержащихся в сточных водах:
- А. Эквивалентным диаметром частиц.
 - Б. Гидравлической крупностью.
 - В. Удельным весом.
 - Г. Плотностью.

10. Сточные воды подразделяются на:

А. Бытовые.

Г. Горные.

Б. Мокрые.

Д. Городские.

В. Огненные.

11 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОСТОЧНОЙ СЕТИ

11.1 Загрязнения водосточной сети

Городская водосточная сеть сооружается для приема поверхностных вод и транспортирования их на очистные станции или в открытые водоемы. Водосточная сеть подразделяется на дворовую и внутриквартальную, когда сеть расположена за пределами линии застройки, и уличную, расположенную на городских проездах и площадях. Дворовая и внутриквартальная водосточная сеть присоединяется к уличной магистральной сети. Уличная водосточная сеть состоит из водоотводящих веток, водосточных трубопроводов и коллекторов различного сечения. По трассе водосточной сети в лотках проезжей части улиц размещаются дождеприемные колодцы, через которые поверхностный сток по водоотводящим веткам попадает в магистральную сеть. На водосточной магистрали на расстоянии 50–100 м для осмотра сети сооружаются смотровые колодцы. На поворотах водосточной сети в местах присоединения внутриквартальной канализации к уличной устраиваются поворотные колодцы. При пересечении водосточного коллектора с другими подземными сооружениями строят камеры. В местах изменения отметок лотка водостока сооружаются перепадные колодцы, а для гашения скорости течения стока – водобойные колодцы. Для защиты водостока от разрушения при больших расходах воды во время выпадения ливневых дождей или весеннего паводка при впадении трубы в водоем устраивают оголовки. При необходимости на водосточных коллекторах сооружают насосные станции перекачки.

Засорение водосточной сети твердыми отложениями происходит из-за смыва дождевыми и паводковыми водами твердого стока с пойм рек и ручьев; в результате отложений твердого стока, поступавшего с водами промышленных предприятий и транспортных хозяйств; вследствие сметания мусора с проездов и тротуаров при уборке городских улиц и дворовых территорий. Трассы основных водосточных коллекторов проходят по открытым руслам небольших рек и ручьев. Строительство трубопроводов ведется по мере освоения пойменной территории городской застройкой. Вследствие этого часть реки или ручья не заключается в коллектор и действует как открытое русло. На застраиваемых территориях поймы малых рек загрязнены свалками строительного мусора, лишены древесной и травянистой растительности. Весенние паводковые воды и ливневые дожди смывают верхние слои почв и различный мусор в русло реки. Помимо засорения рек наносами, поступающими с водосборного бассейна, пополнение речных наносов происходит также в результате эрозийной деятельности водного потока в самом русле реки,

особенно если поток протекает с большими скоростями в легко подвергающихся размыву берегах и в неустойчивом русле.

Смываемые водным потоком с поверхности бассейна почвы, грунт и другие вещества попадают в реку. Мелкие фракции во взвешенном состоянии перемешаются в места с пониженными скоростями течения, где постепенно оседают. Более крупные, тяжелые фракции, строительный мусор откладываются при непосредственном попадании в русло. Образование наносов в руслах рек постепенно изменяет гидравлический режим водоема. Появляются отмели, затрудняющие пропуск воды, или образуются размывы русла с подмывом неукрепленных берегов. Реки и ручьи, обогащаясь наносами, сильно мелеют и во время весенних и летних паводков выходят из берегов, затопляя пойму. Такие реки приносят особенно большой ущерб различным строениям городской застройки.

Водосточный коллектор, построенный в низовой части реки или ручья, засоряется наносами с той же интенсивностью, что и открытое русло.

Уборка улиц и площадей регламентируется правилами, которыми предусматривается смет мусора и вывоз его в места, отведенные для свалок, с последующей промывкой проездов и тротуаров. Однако, нарушая установленные правила, промывка улиц и площадей производится без предварительной уборки мусора и грязи. Служба жилищного хозяйства использует дождеприемные решетки в качестве мусоросборника, в результате чего в дождеприемные колодцы сметается и смывается весь мусор с тротуара и проезжей части улицы.

Таким образом, водосточная сеть засоряется отложениями, поступающими из не заключенного в коллектор русла, сбросами промышленных предприятий и транспортных хозяйств, попадающих непосредственно в закрытые водостоки.

Сплаваемый с проездов города снег имеет в своем составе большое количество песка. Снег, сброшенный в камеру водостока, смывается водой и на пути движения постепенно тает. Песок частично оседает в камере, но большая его часть отлагается в коллекторе. Отложение наносов происходит неравномерно в различные времена года и зависит от ряда факторов: постоянного расхода и скорости течения сточных вод, а также уклона трубы. Отложение наносов в водостоках происходит и через дождеприемные колодцы. Мусор и смет, смываемые с проездов и тротуаров при уборке дорожных одежд поливомоечными машинами, оседают в дождеприемных колодцах и трубах водосточной сети вследствие незначительных расходов воды, стекаемой с проездов в водостоки. Поток воды от поливомоечных машин под действием напора водяной струи смывает поверхностный слой грязи и мусора с проездов

в водосточную сеть. Однако в трубах поток воды ослабевает, и взвешенные вещества отлагаются в дождеприемных колодцах и водосточных ветках. Более легкие фракции уносятся водой в магистральные коллекторы. Аналогичное явление при слабых дождях. Отложения взвешенных веществ и мусора в водостоках, накопившиеся в течение продолжительного времени, сильно уплотняются и не поддаются размыву более сильным потоком воды. Засорение водосточных сетей отложениями уменьшает сечение коллектора, что может служить причиной затопления проездов при сильных дождях. Ливневые дожди своим потоком захватывают грязь и мусор не только с проездов и тротуаров улиц, но и с бульваров, скверов и дворовых территорий. Смываемый мусор закрывает также отверстия дождеприемных решеток, вследствие чего затопляются улицы и площади. Более опасное засорение водосточных магистральных коллекторов плавающими предметами (бревна, тара, резина) происходит в открытой части русла реки, воды которой впадают в закрытый коллектор. В этом случае, при недостаточном надзоре за водосточной сетью, образуются заторы, которые вызывают переполнение коллектора водой и затопление городской территории.

Отходы нефтепродуктов представляют наибольшую опасность для загрязнения водостоков. Попадающая в коллектор нефть загрязняет поверхность воды пленкой различной толщины. Часть нефти находится в воде во взвешенном и растворенном состоянии, некоторая часть нефтяной пленки, находящейся на поверхности воды, испаряется. При этом улетучивается легкая фракция, вследствие чего удельный вес оставшейся нефтепленки увеличивается, что способствует оседанию поверхности той нефти на дно коллектора и загрязнению донных отложений. Часть нефти откладывается на стенках коллектора. В период ливневых дождей твердые отложения, насыщенные нефтепродуктами, смываются в открытые реки и озера. Попадая на дно водоема, нефть продолжает влиять на жизнь водоема: часть ее разлагается на дне водоема, загрязняя воду растворимыми продуктами распада, что вызывает отравление его обитателей, а часть вновь выносится на поверхность воды с выделяющимися со дна реки газами. Через водосточную сеть в открытые водоемы сбрасывается большое количество органических веществ, поступающих в водостоки с бытовыми водами и промстоками. Накопление такого рода отложений может вызвать анаэробный процесс брожения донных отложений, что приведет к повторному загрязнению воды продуктами распада органических веществ. Загрязнение воды в водосточной сети в известной степени происходит за счет загрязненности воздуха. Минеральные органические вещества, попадающие в воздух от промышленных предприятий и автомобильного транспорта, захватываются каплями дождя и снега и вместе

с поверхностными стоками попадают в водостоки и открытые реки. Интенсивный сток воды смывает различные поверхностные отложения, которые по своим физическим свойствам, содержанию органических веществ и микробиональному населению близки по составу к хозяйственно-фекальным сточным водам. Источником загрязнения воды в водосточной сети и открытых руслах служит смыв с проездов улиц и площадей нефтяных продуктов, попадающих от проходящего автотранспорта.

Загрязненность воды, поступающей в водосточную сеть, изменяется в зависимости от периода смыва. В первые минуты выпадения дождя расходы стока малы, а обмываемая дождем поверхность наиболее загрязнена, в дальнейшем расходы стока возрастают, а загрязненность уменьшается.

В таблице 11.1 приведены основные показатели поверхностного стока в городских условиях.

Таблица 11.1 – Основные показатели поверхностного стока в городских условиях

Характер стока	Взвешенные вещества		Растворенные вещества		Окисляемость отстойной воды, мг/л	БПК ₅ отстойной воды, мг/л	БПК ₂ отстойной воды, мг/л
	Всего, мг/л	Летучая часть, %	Всего, мг/л	Летучая часть, %			
С крыш зданий при дождях	0,35	40	300	42	48	40	70
С поверхности улиц при дождях	До 17	40–50	350	40	120	80	–
При мойке улиц	0,5–1,5	40	–	–	50–100	10–100	40–120
Талые воды с поверхности улиц	До 16	20	–	–	30–90	–	–

Загрязнение водоемов неочищенными стоками причиняет огромный ущерб городскому хозяйству. Попадая в водную среду, нефтепродукты и другие химические примеси окисляются за счет растворенного в воде кислорода, нарушая этим кислородный режим в водоеме, что оказывает действие на живые организмы. В результате этого причиняется значительный ущерб рыбному хозяйству.

Сброс сточных вод в реку создает благоприятные условия для распространения инфекционных заболеваний, ограничивает использование водоема для отдыха населения и организации спортивных мероприятий.

Губительные свойства неочищенных вод, попадающих в реку, распространяются далеко за пределы от места сброса, что ограничивает использование воды населенными пунктами, расположенными ниже по течению реки.

Улучшения качества воды, сбрасываемой через открытую и закрытую водосточную сеть в реки и озера, можно достигнуть при выполнении следующих мероприятий:

- полной очистке хозяйственно-бытовых, производственных сточных вод на очистных сооружениях;
- правильной эксплуатации местных очистных установок на промышленных предприятиях и автохозяйствах;
- очистке дна русел и водосточных коллекторов от заносов, загрязненных нефтепродуктами;
- усилении контроля органов санитарного надзора за предприятиями, загрязняющими неочищенными стоками водоемы.

11.2 Очистка водосточной сети

Водосточная сеть должна периодически очищаться от наносов мусора, ила и других отложений. Периоды очистки могут быть различными и зависят от степени общего благоустройства городской территории, уровня содержания транспорта и других причин. Наибольшее загрязнение мусором и грунтом происходит на улицах, где располагаются строительные площадки, заводы железобетонных изделий. В этих районах происходит интенсивное движение транспорта со строительным материалом, который выносит с заводских и строительных площадок песок, грунт и строительный мусор на улицы города. Сильнее загрязняются улицы, расположенные около транзитных магистралей. На улицах и площадях в застроенных районах с благоустроенными дворовыми и внутриквартальными площадями интенсивность загрязнения водосточной сети резко снижается и необходимость очистки колодцев и труб сокращается.

Размеры загрязнения водостоков твердыми отложениями зависят от количества и интенсивности поступающей воды в дождеприемные колодцы вместе с твердым стоком. Сильные дожди своим потоком смывают значительное количество загрязнений с поверхности в водосточную сеть, но вместе с тем эта вода также промывает дождеприемные колодцы и трубопроводы от наносов. Однако эксплуатационные службы не могут планировать очистку водосточной системы в зависимости от атмосферных осадков. Чрезмерное накопление отложений в дождеприемных колодцах и водосточных ветках может привести к тому, что сила водного потока будет не в состоянии промыть водосточную сеть. Тогда неизбежно возникает подтопление улиц и площадей.

Поэтому водосточная сеть должна очищаться по мере необходимости для обеспечения нормального водоотвода поверхностных вод.

Мусор при промывке улиц попадает в дождеприемные колодцы, где частично оседает на дно колодцев и трубопроводах.

Дождеприемные колодцы в течение года очищаются в осеннее время перед закрытием и утеплением колодцев. Вторая очистка проводится весной – после пропуска весеннего паводка. Однако периодичность очистки дождеприемных колодцев может изменяться в зависимости от целого ряда причин: степени благоустройства городской территории, уровня механизированной уборки проездов и тротуаров, масштаба жилищного и промышленного строительства.

С учетом этих факторов некоторая часть дождеприемных колодцев должна очищаться 3–4 раза в год в зависимости от интенсивности засорения колодцев.

Ручная очистка дождеприемных колодцев применяется, когда нет средств механизации или где невозможно ее применение (большое заглубление и размещение колодца под тротуарной частью улицы). Очистка колодца вручную производится двумя рабочими. Один из них работает в колодце, второй находится на поверхности для приема загруженной емкости. Извлеченный мусор погружается в автомашины. Ручной способ очистки колодцев очень тяжелый и трудоемкий. Для замены ручного труда применялись приспособления – грязеуловители, подвешенные на специальных скобках к верхней части колодца. Грязеуловители изготавливались из листового железа толщиной 2 мм. В боковых частях и днище грязеуловителя просверливались отверстия диаметром 12–19 мм для пропуска воды. Такие грязеотстойники в эксплуатации себя не оправдали, так как контейнер быстро заполнялся насосами и не мог пропускать поверхностный сток, что вызывало затопление проезда. Кроме того, очистка самого контейнера очень трудоемка, так как уплотнившийся в нем осадок трудно извлекать из-за наличия большого количества отверстий, создающих прочное сцепление содержимого с контейнером. Следует указать, что установка грязеотстойников в дождеприемных колодцах не отвечает также санитарным требованиям, вследствие того, что отложения в контейнере издают неприятные запахи в результате распада органических веществ. Поэтому контейнерная очистка не может быть рекомендована для городских улиц в широких масштабах. Применение грязеуловителей возможно на территориях промышленных предприятий, где количество колодцев исчисляется единицами, которые могут очищаться 1–2 раза в неделю.

Механизированный метод очистки дождеприемных колодцев обеспечивает высокую производительность и полностью исключает ручной труд. Механизированная очистка колодцев производится илососом.

Подготовительно-заключительные работы состоят из следующих операций:

- снятие решетки колодцев и снятие всасывающих труб илососов;
- установка в прежнее положение решетки и всасывающей трубы.

Следует, однако, учитывать, что заполнение отложениями дождеприемного колодца в объеме $0,35 \text{ м}^3$ составляет более 50 % его емкости. Такое количество твердого осадка в колодце полностью закрывает выходное отверстие водосточной трубы, что создает препятствие для прохождения воды. Ввиду этого очистку дождеприемных колодцев следует производить при накоплении осадков в пределах $0,1\text{--}0,2 \text{ м}^3$. В этом случае большее число колодцев очищается за один цикл работы илососа.

В городах, где не применяют илососы для очистки водосточных колодцев, удаление отложений в дождеприемных колодцах может производиться поливомоечными машинами, предназначенными для поливки улиц. Очистка дождеприемных колодцев поливомоечными машинами осуществляется с помощью водяной струи, направленной под большим давлением в колодец. Сила струи размывает отложения, которые вместе с водой смываются в водосточную сеть. Промывка колодца осуществляется с помощью длинного шланга с металлическим наконечником, который делается по типу пожарного брандспойта. Рабочий промывает колодец с поверхности земли, не опускаясь внутрь колодца. Перед началом работ решетка дождеприемного колодца снимается.

Удаление наносов с помощью поливомоечных машин имеет ряд недостатков: загрязняется водный бассейн, так как отложения в колодцах содержат органические вещества и примеси нефтепродуктов, которые попадают затем в открытые водоемы; повышается стоимость затрат на очистку колодца, когда расстояние от места работ до ближайшего водопроводного гидранта или водоема для заполнения машины водой превышает более 3 км; в случаях, когда дождеприемные колодцы имеют отстойники (зумпфы), промывка осадка затрудняется, и некоторая часть отложений сохраняется в отстойнике. Этот осадок не является препятствием для пропуска поверхностного стока, но в условиях города может вызывать процессы гниения органических веществ с выделением на поверхность улицы неприятных запахов.

Применение поливомоечных машин для очистки колодцев более эффективно, если накопление отложений не превышает $0,1 \text{ м}^3$.

Водосточные ветки диаметром до 300 мм засоряются по тем же причинам и в результате тех же процессов, что и дождеприемные колодцы.

При недостаточном эксплуатационном надзоре трубы заполняются отложениями на полное сечение.

Очистка их должна совпадать с весенней очисткой дождеприемных колодцев с тем, чтобы водосточные ветки были подготовлены к пропуску летних ливневых вод. Весенний поверхностный сток воды насыщает сеть взвешенными веществами, смываемыми с загрязненной поверхности улиц, скверов и дворовых территорий, которые оседают, попадая в водосток. Поэтому очистка водосточных веток проводится после весеннего паводка.

Метод очистки от наносов водосточных труб различен и зависит от их диаметра. Очистка может производиться с помощью поливомоечных машин или водопроводной водой от гидранта. Процесс очистки происходит от смотрового колодца, расположенного на магистральном коллекторе, в сторону дождеприемного колодца. Под действием воды, выбрасываемой под напором, наносы постепенно размываются и вместе с потоком воды стекают по уклону в сторону смотрового колодца в водосточную магистраль. Для промывки водосточных веток шланги поливомоечных машин удлиняются в зависимости от длины трубы и засоренного участка.

Гидравлический способ очистки водосточных веток от наносов может быть рекомендован как наиболее эффективный, за исключением тех участков, где засорение водосточной ветки вызвано просадкой трубы. В этом случае полной ликвидации засорения трубы не достигается. Для промывки водосточных веток гидравлическим способом затрачивается большое количество воды, которая доставляется к месту работ иногда на расстояние 3–4 км. Для сокращения простоя рабочей бригады и ускорения работ следует использовать две или три поливомоечные машины.

При отсутствии технических средств по промывке труб гидравлическим методом применяется способ прокола штангами, изготовленными из металлических труб диаметром 25 мм, длиной каждого звена в 1 м. Звенья труб в смотровом колодце последовательно подсоединяются друг к другу по мере продвижения (прокола) их от смотрового в сторону дождеприемного колодца. С помощью штанг протаскивается трос, которым ликвидируют засоры в трубопроводе. Эта работа производится рабочей бригадой в составе трех человек. Очистка водосточных трубопроводов диаметром от 400 до 1200 мм выполняется в зависимости от причины, вызвавшей засорение водостока. Засорение водосточных труб отложениями встречается очень редко. При этом причиной служит, как правило, попадание в трубопровод предметов (древесины, резины, железа), которые загораживают свободный пропуск

воды и мелкого плавающего мусора, вследствие чего происходит постепенное образование искусственной запруды. Перед такими запрудами накапливаются отложения в виде песка и ила, которые завершают полный процесс засорения трубы. Засорение водосточных трубопроводов Ø 400–1200 мм по своим последствиям более опасно в сравнении с водостоками диаметром до 300 мм, т. к. может вызвать затопление проездов и тротуаров. Водосточные трубы диаметром от 400 до 1200 мм очищают один раз в 2–3 года.

Ликвидация аварийного состояния водосточной трубы должна происходить с предварительным определением места засорения. После этого с низового смотрового колодца производится проталкивание штанг и протаскивание троса с ершом. Работы по проколу места засорения водостока следует выполнять с большой осторожностью, т. к. при этом могут быть неожиданные прорывы воды, скопившейся перед запрудой. Поэтому перед началом работ необходимо произвести откачку воды или установить временную деревянную заглушку.

11.3 Зимнее содержание водосточной сети

Утепление колодцев

По техническим условиям проектирования дождеприемные колодцы располагаются в зоне промерзания. Мелкое заложение колодцев помимо экономических соображений вызвано продольными уклонами водосточных сетей. Вследствие этого температура внутри дождеприемных колодцев в зимнее время та же, что и температура прилегающего к ним грунта.

В зимние оттепели на проездах города образуется талая вода, которая постепенно стекает в дождеприемный колодец, где, попадая в зону отрицательной температуры, замерзает и образует ледяную пробку. Весной, когда дневное снеготаяние сменяется ночными заморозками, в дождеприемных колодцах происходит аналогичное явление. Дождеприемный колодец, заполненный льдом, не может принять весенние талые воды с проездов, что служит причиной затопления улиц и площадей города.

Для устранения возможного промерзания дождеприемных колодцев необходимо с наступлением осеннего периода утеплять водосточную сеть. Для этого заготавливаются металлические листы из старого кровельного железа, которые подкладывают под дождеприемные решетки. При этом для прочности концы железа запрессовывают между решеткой и рамой колодца.

Для пропуска поверхностной воды зимой или ранней весной в железных листах проделываются отверстия в пределах от 20 до 30 % рабочей площади решетки. Такие отверстия обеспечивают пропуск воды и вместе тем не

нарушают тепловой режим в водосточных колодцах. Теплый воздух поступает в дождеприемный колодец по водосточной сети из магистрального коллектора, который располагается ниже зоны промерзания и поэтому имеет зимой постоянную плюсовую температуру. Установка подобных утеплителей не допускает охлаждения теплого воздуха в колодце, что обеспечивает пропуск талой воды в периоды отрицательных температур поверхностного воздуха. Перед зимним утеплением дождеприемные колодцы очищаются от грязи.

В зимний период закрытые дождеприемные колодцы должны находиться под постоянным наблюдением эксплуатационной службы, так как при уборке улиц сметаемый с проездов снег складывается в виде вала в лотке проезда. Часть снежного вала при механической уборке остается в лотке, уплотняется в снежную массу и закрывает дождеприемные колодцы. Такой снежный покров в лотках препятствует нормальному стоку весенних паводковых вод, создает скопление воды, что вызывает нарушение нормального движения транспорта и пешеходов. Скопление воды на улице опасно еще и тем, что весной быстроменяющаяся дневная плюсовая температура на отрицательную ночную превращает воду в ледяной покров, который не пропускает талые воды в водосточную сеть. Следовательно, службам, выполняющим очистку улиц от снега, необходимо своевременно производить уборку снежных валов.

При аварийных прорывах водопроводных магистралей на уличных проездах скапливается огромная масса воды, которая удаляется через водосточную сеть. Это обстоятельство также подтверждает необходимость содержания дождеприемных колодцев зимой в надлежащем состоянии. Дождеприемные и смотровые колодцы следует привязывать к постоянным предметам (строениям, мачтам, оградкам) для быстрого их нахождения во время снежных заносов и аварий.

Организация снегосплава

В крупных населенных пунктах с интенсивным движением городского транспорта и пешеходов проезды и тротуары в зимнее время очищаются от снега. Удаление снега с проезжей части улицы производится снегоуборочными машинами от оси улицы к тротуарам. Снег собирается в валы в лотке проезда, затем погружается в автомашины и вывозится на снегосвалки. Снегосвалки размещаются на окраинах городов на расстоянии 5–10 км от места погрузки снега. Перевозка снега на большие расстояния увеличивает стоимость зимней уборки улиц и требует большого количества грузового самосвального транспорта, необходимого в зимнее время на перевозку топлива и других неотложных грузов.

Наиболее экономичным способом удаления снега с территории города является снегосплав через водосточную сеть. Снегосплав может осущест-

вляться по водосточным трубопроводам с постоянным расходом воды не менее $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ при диаметре коллектора 1,5–2 м. Для успешного проведения снегосплава необходимы достаточные продольные уклоны трубопроводов и определенная глубина их заложения.

Необходимый расход воды в коллекторе может создаваться также искусственным путем. Для этого в водосточный коллектор специально подается вода из водопроводного или других источников в количествах, необходимых для организации снегосплавных работ. Врезки водопроводной трубы для подачи воды в водосточный коллектор следует производить на расстоянии одного и более километра вверх по течению от снегосплавной камеры, для того чтобы поступающая вода, протекая по коллектору до снегосплавной камеры, приобрела более высокую температуру.

Талая вода при снегосплаве способствует быстрому таянию снега, увеличивая, таким образом, поток воды в коллекторе, необходимый для смыва песка и быстрого отвода снега от камер, расположенных ниже по течению. Повышенные продольные уклоны коллектора способствуют самоочищению его от наносов и песка, поступающего вместе со снегом.

Водосточные трубы меньшего сечения ($\varnothing = 0,8 \div 1 \text{ м}$) также могут использоваться для снегосплава, но производительность таких водостоков при всех равных условиях, итогово указанных для коллекторов больших диаметров, не высока и не всегда экономически оправдывается. Рационально осуществлять снегосплав через коллекторы, заложенные на глубине 4–5 м от поверхности земли. На этой глубине вода имеет высокую плюсовую температуру, необходимую для растворения снега. Особенно это выгодно в тех случаях, когда расход воды ограничен и сброшенный в водосточную камеру снег не относится водой, а задерживается в камере.

При организации снегосплавных работ через водосточную сеть подвижный снег сосредотачивают у снегосплавной камеры или смотрового колодца. Затем автодвижкой или легким бульдозером снег сбрасывают в камеру. При этом загрузка ведется равномерно, небольшими порциями, для того чтобы не создавать снежных заторов в коллекторе. Снежные заторы очень опасны и могут быть причиной затопления улиц и площадей из-за образования подпора воды. В коллектор с большим расходом теплой воды допускается сброс снега непосредственно в камеру с самосвальных машин.

Для предохранения коллекторов от попадания в них крупных ледяных сколов и других предметов (древесины, резины, металла и др.) над камерой устанавливается металлическая решетка из листового железа с отверстиями $20 \times 20 \text{ см}$, выдерживающая временные нагрузки от наезда автомашин и снегоуборочных механизмов.

Для соблюдения правил производства снегосплавных работ водосточная служба устанавливает дежурство мастера и рабочего, в обязанности которых входит надзор и устранение заторов в камере или коллекторе. Госплавные камеры периодически должны очищаться от песка и других отложений, выпадающих в результате таяния снега. Отложения удаляются илососами или экскаваторами с грейферной лопатой. На время чистки камеры снегосплав приостанавливается. Для очистки камеры следует использовать перерывы между снегопадами. Снежные заторы в камере или коллекторе должны устраняться с особой осторожностью. Спуск рабочих в водосток допускается только при соблюдении правил по технике безопасности. Несоблюдение этих правил может повлечь за собой несчастные случаи.

Организация снегосплава по водосточной сети с дополнительной подачей воды из городского водопровода или открытого водоема ограничивается теми вопросами, которые были изложены выше. Снег, сброшенный в водосточную сеть, не тает, а транспортируется до места выхода в открытое русло и выбрасывается туда вместе с водой. Обычно открытый водоем, куда производится выпуск, имеет ледяной покров, который препятствует транспортированию снега от водосточного оголовка в русло реки. Поэтому выброшенный из водостока снег, встречая сопротивление льда, оседает у водовыпуска, постепенно накапливается и создает преграду для дальнейшего снегосплава. Загромождая отверстие оголовка, снег постепенно забивает все сечение водосточной трубы, создавая этим подпор воды в коллекторе, и вода через смотровые колодцы выливается на проезжую часть улицы. Для предотвращения подобной аварии на водосточной сети следует немедленно выключать подачу воды и прекращать снегосплав. Обычно такое явление возникает на водосточных снегосплавных линиях, где отметка оголовка водовыпуска совпадает с уровнем водоема. Поэтому, решая вопрос об использовании водосточных коллекторов для снегосплава, необходимо учитывать и это обстоятельство. Наиболее целесообразно для снегосплава использовать водосточную сеть, которая имеет оголовки водовыпусков с отметкой над уровнем ледяного покрова не менее 0,7–1 м. При такой разности отметок выброшенная из водостока снежная масса оседает на лед, не препятствуя выходу последующего потока. Для более организованного отвода снега от водосточного выпуска в русло водоема следует выделить бригаду рабочих из 2 человек, на которых лежит обязанность регулирования потока шуги в водоеме. Водосточные магистрали, у которых водовыпуск расположен под водой водоема, не могут использоваться для снегосплавных работ.

При снегосплавных работах снег, проходя по водосточной сети к выходному оголовку, полностью или частично тает. Процессы такого рода

бывают различной интенсивности. Чем выше температура воды в коллекторе, тем быстрее в нем тает снег. В таких коллекторах откладывается песок, попадающий туда вместе со снегом. Свежие отложения в коллекторах постепенно смываются в водоемы, куда выходит водовыпуск. У водовыпусков водосточных коллекторов в русле водоема образуются отмели, которые могут служить препятствием для нормального пропуска снегосплава. В этих случаях необходимо производить очистку дна в процессе снегосплавных работ.

Производительность снегосплава по водосточному коллектору зависит от диаметра, расхода и температуры воды. На производительность снегосплавных работ в известной мере влияет физическое состояние снега. Легко сплавляемый – это рыхлый, неуплотненный, сухой снег. Сырой снег при сбрасывании в коллектор налипает на стенки камеры и уменьшает их пропускную способность. Для продолжения снегосплава появляется необходимость очищать водосток от снежных заторов. Хорошо сплавляется уплотненный снег. Не допускается сбрасывание в водосточную сеть снега, загрязненного мусором, нефтепродуктами, снега, убираемого с дворовых территорий в весеннее время. Загрязненный снег при таянии в коллекторе и в открытом водоеме оставляет обильные отложения, состоящие из песка, бытовых отходов, нефтепродуктов, которые загрязняют водосточную систему русла рек.

Во избежание загрязнения коллекторов и особенно открытых водоемов (рек, озер, прудов) допускается сбрасывание в водосточную сеть с проездов улиц только чистого снега. Скол льда и уплотнений снега с дворовых и заводских территорий сплавлять запрещается.

Эксплуатационная служба в зимнее время обязана следить за водосточной сетью и не допускать самовольных сбросов снега в водосточные колодцы, не отведенные для этой цели. Неорганизованный снегосплав через коллекторы может привести к серьезным авариям водосточной сети, может вызвать снежные заторы и затопления на всей снегосплавной линии, с выходом воды на поверхность проезжей части.

11.4 Прогрев водосточной сети

В зимнее время и особенно в начале весны бывает временное потепление, при котором происходит дневное таяние снега. Талая вода, имеющая плюсовую температуру, по лоткам проезжей части стекает вждеприемные колодцы. В вечернее время талая вода охлаждается, ее температура приближается к 0 °С и, попадая вждеприемный колодец и водосточные ветки, замерзает. Лдообразование происходит из-за того, чтождеприемные колодцы и водоотводящие ветки в большинстве своем располагаются в зоне промерзания

грунта, поэтому воздух и стенки колодцев имеют отрицательную температуру. Достаточно нескольких дней с дневным таянием и ночными морозами для того, чтобы обморозить колодцы и водосточные ветки. Такие колодцы не могут в дальнейшем принимать поверхностные талые воды и вызывают затопления проездов и тротуаров водой.

Для предотвращения промерзания водосточной системы в зимнее время производится утепление крышек дождеприемных колодцев специальными щитами.

Для обеспечения нормального пропуска весенних паводковых вод через водосточную систему эксплуатационная служба определяет места промерзания сетей и дождеприемных колодцев, на основании этого составляет график работ по ликвидации мест промерзания. График работ должен учитывать некоторый прирост объема работ за счет появления новых мест промерзания в период выполнения работ.

Наиболее эффективным способом удаления льдообразований в дождеприемных колодцах и водосточных трубах считается паропрогрев.

Парообразователь доставляется к объекту работ на буксире автомашины, но из-за больших габаритов автосостава сокращается маневренность при работе агрегата, особенно на узких улицах и дворовых территориях. Более целесообразно устанавливать парообразователь в период весеннего паропрогрева (3–4 недели) на кузове автомобиля, что повышает маневренность и производительность котла. Обогрев дождеприемных колодцев производится сверху и по мере плавления льда образовавшаяся вода удаляется из колодца. При отоплении водосточной сети паропрогрев производят через смотровой колодец в направлении к дождеприемному колодцу. Для паропрогрева водосточных сетей большой протяженности (20–85 м) аварийная бригада должна иметь запасные инвентарные рукава для наращивания.

Аварийная бригада по ликвидации мест промерзания водосточной сети должна иметь специальную одежду из брезентового материала и длинные резиновые сапоги на случай, когда паропрогрев производится в условиях затопления улицы поверхностными водами. Работы по паропрогреву водосточных сетей должны выполняться аварийной бригадой под руководством мастера, на которого возлагается общее руководство и надзор за работой бригады, правильным использованием парообразователя и обеспечение безопасности движения городского транспорта в местах аварийных работ. Перед выездом бригады к месту работ мастер обязан знать точные места расположения колодцев и водосточных веток, подлежащих паропрогреву, чтобы сократить время на подготовительные работы по ликвидации аварии.

11.5 Пропуск весенних паводковых вод

Пропуск весенних паводковых вод следует считать наиболее ответственной работой в деятельности водосточной службы.

Организация работ, связанная с пропуском талых вод, включает комплекс мероприятий, предшествующих весеннему паводку. К таким мероприятиям, в порядке очередности работ, относятся определение запасов снега, скопившихся на скверах, бульварах, пустырях, дворовых и других свободных территориях, его качественное состояние (уплотненность), степень загрязнения и прогноз погоды на предпаводковый период. Правильная оценка указанных факторов облегчает задачу безаварийного пропуска талых вод. В зависимости от сложившихся условий намечается план мероприятий по пропуску паводка. Помимо подготовки водосточной сети к приему поверхностного стока немалую роль играет состояние открытых рек, ручьев, др. водоемов, которые служат транзитными артериями для поступающих вод из водосточной системы. К моменту пропуска паводка должны быть очищены от снега все кюветы, перепускные трубы и подмостовые проходы. Открытые русла рек и ручьев перед пропуском паводка очищаются от различного мусора, древесины, металла и строительного хлама. Производится дноуглубительная работа по удалению отмелей и расширению поперечных сечений русла. Эти работы выполняются с помощью экскаваторов и других механизмов. Реки, на берегах которых расположены снегосвалки, должны перед паводком расчищаться от снежных и ледяных завалов, чтобы во время прохождения паводка избежать обрушения снежных масс в русло и, следовательно, подпора паводковых вод.

План предпаводковых мероприятий должен предусматривать подготовку улиц и площадей к пропуску талой воды. Для этого необходимо до наступления потепления очистить лотки проезжей части от снега и льда. Наличие в лотках уплотненного снега или льда преграждает доступ воды с проезда в дождеприемные колодцы, что является причиной местного затопления улиц и площадей, которые не вызывают стихийного бедствия для города, но нарушают движение транспорта и пешеходов. Дорожная служба обязана содержать проезжую часть и лотки улиц в очищенном состоянии и, в случае накопления снега и льда в лотках, немедленно его убирать. При этом прежде следует очищать участки, где расположены дождеприемные смотровые водосточные колодцы, для того чтобы дать свободный сток воды в водосточную сеть.

Для быстрого отыскания дождеприемных колодцев под снегом необходимо пользоваться маркировкой, устанавливаемой на ближайших наземных строениях в виде таблички. На табличке (марках) обозначается расстояние

до центра ближайшего водосточного колодца или решетки. Можно определять расстояние до дождеприемных решеток при помощи миноискателя.

В период прохождения весеннего паводка эксплуатационная служба обязана вести наблюдение за пропуском воды, для чего под руководством мастера создаются бригады для круглосуточной работы. Бригады оснащаются необходимым инструментом, спецодеждой, транспортом, запасом материала и механизмами. В задачу бригады входят ликвидация мест затоплений на проездах города, ликвидация засорений в колодцах, расчистка дождеприемных решеток, на поверхности которых образуется скопление (бумага, щепа, листья и др.). Особое наблюдение следует устанавливать за водосточной сетью, которая по своему техническому состоянию не обеспечивает пропуск повышенных расходов поверхностных стоков.

После пропуска весеннего паводка производится техническое обследование водосточной сети для определения повреждений и разрушений колодцев, водосточных сетей и коллекторов.

11.6 Летнее содержание водосточной сети

Летнее содержание водостоков отличается от зимнего периода тем, что часть эксплуатационных работ внутри коллекторов (очистка, ремонт) приостанавливается вследствие возможного внезапного затопления водосточной сети ливневыми водами. Перечень летних работ ограничивается очисткой дождеприемных и смотровых колодцев, прочисткой водосточных веток, соединяющих дождеприемные колодцы с магистральными коллекторами, ремонтом колодцев, связанным с их ветхостью или дорожными работами, и заменой оборудования (решеток, лотков и др.).

Весенние паводковые воды смывают с проездов, газонов, дворовых и других территорий загрязнения: в виде мусора, грунта и мелких предметов. Одна часть взвесей, попадавших в водостоки, вместе с водой выносятся в открытые водоемы, другая часть оседает в водосточной сети и колодцах. Наносы образуются, прежде всего, там, где расход воды и скорость течения ограничены, т. е. в дождеприемных колодцах и водосточных ветках. Перед пропуском ливневых вод водосточная сеть должна быть очищена. После пропуска весенних вод водосточная сеть обследуется. В результате осмотра выявляется объем работ и составляется график ремонта. В графике учитывается очередность работ в зависимости от рельефа местности, водосборной площади и интенсивности стока поверхностных вод, для того чтобы обеспечить, прежде всего, очистку водостоков в тех местах, где происходит наибольший сток и пропуск воды.

Пропуск ливневых вод

Основной задачей летнего содержания водосточной системы является организация и пропуск ливневых вод. Для этого недостаточно иметь водосточную сеть в технически исправном состоянии и держать в постоянной готовности эксплуатационную службу. Прежде всего, следует изучить целый комплекс вопросов, который предопределяет безаварийный пропуск ливневого стока. К таким вопросам относятся: изучение метеорологических условий данного населенного пункта; повторяемость, интенсивность и продолжительность ливневых дождей; изучение рельефа местности и водосборной площади каждого бассейна; степень благоустройства городской территории; обеспеченность города открытой и закрытой водоотводящей системой. Изучение этих вопросов обеспечивает более правильную подготовку сооружений и эксплуатационной службы к пропуску ливневых вод. В противном случае летние паводковые воды могут затоплять городские проезды, дворы, подвальные помещения, склады. Ливневые воды наносят громадный ущерб городскому хозяйству – повреждают дорожные одежды, разрушают конструкции зданий, нарушают движение транспорта и пешеходов, приостанавливают работу предприятий, наносят повреждения заводскому оборудованию и приводят к человеческим жертвам.

Безаварийный пропуск ливневых вод на городской территории затрудняется тем обстоятельством, что проектирование и строительство водосточной сети ведется в расчете на периодическое переполнение водосточных коллекторов поверхностным стоком средней интенсивности.

Процесс образования атмосферных осадков чрезвычайно сложен и изменчив. Количество и характер выпадающих осадков находятся в непосредственной связи с целым рядом факторов: наличием запасов влаги в атмосфере; температурными и динамическими условиями, создающими вертикальные и горизонтальные течения воздуха; характером земной поверхности, влияющим на создание восходящих потоков воздуха и т. п.

В образовании осадков, выпадающих на суше, главную роль играет водяной пар, приносимый воздушными течениями с океанов. Наибольшее количество осадков выпадает во внутритропической зоне, где в ряде областей оно превышает 2000 мм в год и достигает до 5000–8000 мм в год.

В сильной степени на распределение осадков влияет характер земной поверхности и рельеф местности. В горной местности количество осадков увеличивается до известного предела, а затем уменьшается. Аналогичное влияние на осадки оказывает и сравнительно небольшая возвышенность. Установлено также, что и лесные массивы способствуют усилению восходящих потоков и выпадению более обильных осадков. Необходимо отметить, что

значительные скопления городских и фабрично-заводских строений увеличивают общее количество оседающих осадков и способствуют образованию мощных ливней. Дожди могут длиться от нескольких минут до нескольких часов и даже суток, а количество выпавших осадков за отдельный дождь измеряется от долей до нескольких десятков миллиметров.

Важной характеристикой дождей является ход изменения интенсивности в процессе выпадения. Ряд исследований показал, что процесс выпадения, причем для каждого дождя эти изменения носят своеобразный характер, имеют различную интенсивность. Следует отметить, что в различных точках орошаемой площади интенсивность в любой момент времени далеко не одинакова. Величина площади, орошаемая одним дождем, изменяется в очень широком диапазоне. Сильные грозовые дожди иногда проходят полосой 1–5 км, вместе с тем нередко случаи охвата территории на сотни километров.

Интенсивность дождя определяется количеством выпавших осадков в миллиметрах за минуту. Чтобы иметь представление о предстоящем пропуске поверхностного стока при выпадении дождя, следует визуально определять силу дождя.

Классификация дождей в зависимости от их интенсивности приведена в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Классификация дождей

Категория осадков	Характер стока	Сила дождя, мм/мин
Мелкие дожди	Поверхностного стока нет	До 1
Обыкновенные дожди	Сток по замощенным местностям	1,1–3
Умеренные проливные дожди	Сток по естественным склонам	3,1–5
Большие проливные дожди	Сильные потоки	5,1–7
Значительные ливни	Затопление улиц в городах	7,1–9
Сильные ливни	Наводнение в небольших реках	9,1–12
Горные ливни	Превращение горных ручьев в реки	12,1–16

Пользуясь этой таблицей, можно заранее определить последствия дождя и в связи с этим координировать действия эксплуатационной службы по пропуску дождевой воды через водосточную сеть и открытые водоемы.

Для определения объема поверхностного стока, поступающего в водосточную сеть, следует учитывать коэффициент стока, который зависит от характера земной поверхности. Часть выпавшего дождя задерживается на поверхности земли в растительном покрове, частично поглощается грунтом

и испаряется. Оставшаяся на поверхности вода в виде потока стекает по уклону местности. Поток воды бывает различной интенсивности и зависит от рельефа местности, а также водопроницаемости поверхности водосборной площади. Поэтому поверхностный сток, который должен учитываться при пропуске в водосточную сеть, составляет некоторую часть выпавшего дождя.

Коэффициент поверхностного стока определяется отношением количества воды, поступающей в водосток, к общему количеству воды, выпавшей на ту же водосборную площадь в единицу времени.

Ниже приведены значения коэффициентов стока для различных видов поверхностей:

Крыши	0,95
Асфальтовые, бетонные и штучные покрытия с залитыми швами ..	0,9
Штучные мостовые с не залитыми швами	0,6
Булыжная мостовая	0,45
Садово-парковые дорожки и площадки	0,3
Грунтовые поверхности (спланированные)	0,2
Газоны	0,1

Для определения количества поступающей воды в определенный отрезок водосточной сети необходимо учитывать размер бассейна водосборной площади, с которой будет стекать вода. При этом по мере выпадения дождя приток воды с прилегающего участка в сеть будет увеличиваться за счет поступления воды с более отдаленных участков. Наибольший приток наступит в тот период, когда к водостоку поступит вода со всей водосборной площади.

Служба эксплуатации водосточной сети обязана следить за коллекторами, которые не обеспечивают пропуска ливневых вод, и в момент выпадения ливневого дождя должна принимать меры по предотвращению аварий. Во время ливневых дождей затопление проездов и тротуаров может произойти из-за загрязненности дождеприемных решеток, которые не пропускают воду. Поэтому работникам коммунальных служб необходимо во время пропуска воды следить за дождеприемными решетками и очищать их своевременно насосами. В наиболее пониженных местах, где образуется максимальное скопление воды, водосточная служба обязана снимать дождеприемные решетки для улучшения пропускной способности водосточных колодцев. У снятых решеток необходимо устанавливать наблюдения во избежание несчастных случаев. Однако эти меры ускоряют сток поверхностной воды в водосточную сеть, но не исключают затопления городских проездов. По мере увеличения стока воды с бассейна водосборной площади коллектор заполняется на полное сечение, вода поднимается на высоту смотровых колодцев и тогда водосток работает как напорный с максимальной пропускной

способностью. При дальнейшем увеличении поступления в водосток поверхностного стока вода, достигнув максимального уровня в колодце, постепенно затопляет улицу. В период спада уровня воды в коллекторе открывают крышки смотровых и дождеприемных колодцев для удаления воды с проездов.

Сильные ливни вызывают затопление проездов, тротуаров, складских помещений, расположенных в нижних этажах, затапливают фабрично-заводские предприятия, чем наносят большой материальный ущерб. Поэтому в задачу водосточной службы и других организаций (пожарные команды, жилищные организации) входит борьба с наводнением с момента его возникновения. Соответствующие службы обязаны предупреждать население и организации о возможном затоплении. При затоплении строений следует принимать меры по откачиванию воды из подвальных помещений и по выводу людей и транспорта из мест затопления.

После прохождения ливневых дождей необходимо осмотреть коллекторы, которые работали во время ливня как напорные. Механическое бездействие воды при больших скоростях и давлении может причинить повреждение коллекторам и смотровым колодцам.

В зависимости от степени повреждения принимаются меры по их устранению.

11.7 Аварийно-восстановительные работы на водосточной сети

Организация аварийно-диспетчерской службы

В крупных городах с большой протяженностью водосточной сети создаются аварийные службы, которые включают бригады рабочих, транспорт и механизмы, предназначенные для оказания быстрой технической помощи по ликвидации аварий, возникающих на сетях водопровода и канализации.

Практикой выработана определенная организация аварийной службы. Работа аварийной службы организуется круглосуточно, без выходных и праздничных дней. В каждой смене должны быть рабочие бригады в составе 5–6 человек на каждые 500–600 км сети. Во главе каждой смены становится руководитель-мастер, хорошо знающий город, ее водосточную сеть и способы ликвидации аварий. Аварийную службу возглавляет начальник аварийной службы, который координирует действия аварийных бригад, транспорта и механизмов. Начальник аварийной службы определяет необходимые средства для ликвидации аварии через диспетчерскую службу, находящуюся в его распоряжении. Аварийной службе необходимы транспортные средства – аварийные автомобили с насосными установками, илососы, экскаваторы, а также компрессоры с отбойными молотками, аварийное оборудование,

электростанции, осветительные средства, стандартные шиты ограждения и газоанализаторы. В среднем на каждые 500 км сети необходимы дежурный компрессор, пять автомобилей с насосными установками (пожарных машин), один микроавтобус, осветительные средства: прожекторы, электростанция, 10 переносных электроламп с кабелем. Каждая бригада в соответствии с количеством рабочих оснащается необходимым инвентарем: лопатами, ломami, клиньями, кувалдами, топорами, пилой, ручными электорофонарями, веревками, лестницами, гвоздями, ведрами из расчета на каждого человека бригады плюс 15 % резерва. В распоряжении мастера находятся средства индивидуальной защиты: шланговые противогазы, спасательные пояса, специальная одежда (резиновые сапоги, рукавицы). Для нужд каждой бригады выделяется специальная кладовая для хранения бригадного имущества. Для хранения индивидуальных средств защиты и специальной одежды каждому рабочему выделяется рабочий шкаф. Специальные аварийные автомобили для выезда аварийных бригад оснащаются соответствующим имуществом, которое постоянно находится в автомобиле и передается по табельной номенклатуре посменно. При израсходовании того или иного материала во время работы количество его пополняется немедленно после возвращения бригады с выезда с таким расчетом, чтобы к следующему выезду в машине был установлен полный комплект всего необходимого. Аварийные автомашины должны быть радиофицированы, и иметь специальный звуковой сигнал. В распоряжении начальника аварийной службы должен находиться постоянный запас крышек, решеток и люков для смотровых колодцев и дождеприемников, железобетонных элементов для восстановления колодцев, цемента, песка, водосточных труб диаметром 300, 600, 800 мм.

Все поступающие заявки на выезд аварийных бригад регистрируются в диспетчерской аварийной службе в порядке их поступления. Начальник аварийной службы или дежурный мастер определяет очередность выезда бригад на место аварий в зависимости от характера происшествия или значимости объекта, где произошла авария. Аварийная служба выезжает к местам аварий, расположенным на городских проездах и площадях. Работники аварийной службы, устранив аварию на объекте, обязаны составить технический акт, а после расследования причин, вызвавших аварию, сделать соответствующую запись в журнале учета аварийных случаев. Все аварии, независимо от причин возникновения, должны быть расследованы руководством эксплуатационной службы. При расследовании должны быть выявлены: причины возникновения аварии, пострадавшие, материальный ущерб и лица, виновные в происшедшем.

Ликвидация аварий на водосточной сети

На водосточной сети часто возникают аварии, связанные с прохождением транспорта, а также пропуском паводковых вод и ливневых дождей. Часто аварии происходят на смотровых колодцах и водосточных ветках.

Разрушаются крышки и люки колодцев, образуются провалы водосточных веток, засоряются дождеприемные колодцы. При получении сигнала о возникновении и характере аварии на место выезжает аварийная бригада. Если авария ограничивается небольшим объемом работ (замена чугунного оборудования, ликвидация небольшого провала), то выездная бригада устраняет повреждения своими силами немедленно. В случае больших аварий, просадки или разрушения водосточной трубы, а также колодца, аварийная бригада ограждает место аварии, устанавливает сигнальное ночное освещение. В подобных случаях восстановительные работы выполняются силами эксплуатационных или строительных организаций.

Аварийная служба ликвидирует аварии по затоплению городских территорий, связанные с засорением водосточной сети или возникшие по другим причинам. Аварийные затопления улиц возникают также в результате разрушения водопроводных магистральных трубопроводов. Такие аварии нарушают движение городского транспорта, приводят к разрушению дорожных одежд и причиняют большой ущерб жилым строениям. Сокращение ущерба, наносимого подобными авариями, в известной степени зависит от оперативной работы аварийной службы.

Успешному пропуску воды нередко препятствует поверхностное засорение дождеприемных решеток в летнее время различным мусором, смываемым потоком воды с прилегающей территории, поэтому в зимних условиях, когда водосточная сеть утепляется, и доступ поверхностной воды в дождеприемные колодцы сокращается, аварийная служба обязана немедленно очистить или заменить решетки.

Аварии водопроводных магистралей влекут за собой размыв и выбрасывание на мостовую большого объема песчаного грунта. Песок под действием потока воды, устремленной к водосточным колодцам, смывается в дождеприемные колодцы и образует в них пробки. В задачу аварийных бригад входит и ликвидация песчаных пробок. Для этой цели аварийная бригада использует илососы или поливомоечные машины.

Борьба с затоплением города ливневыми стоками

Ликвидация затопления проездов и площадей города ливневыми стоками входит в обязанности аварийной службы вместе со службой по эксплуатации сети.

Затопление проездов происходит главным образом летом в период сильных ливневых дождей. Поэтому аварийная служба в летний период должна быть в постоянной готовности к выезду на места для отвода воды по закрытой и открытой водосточной сети. Успешному решению этой задачи в значительной мере способствует знание метеорологических прогнозов на длительное время и на ближайшие сутки, что дает возможность заранее предполагать время выпадения осадков, интенсивность и продолжительность дождя и в связи с этим подготовить необходимые технические средства и рабочие бригады на борьбу с наводнением.

Выезд бригад на места аварии происходит по телефонным заявкам в местах затоплений. В случае поступления одновременно нескольких заявок, которые не могут быть обеспечены выездными бригадами одновременно, начальник аварийной службы или диспетчер определяет последовательность ликвидации аварий, в зависимости от характера и размеров затопления объектов. В первую очередь устраняется затопление на улицах, где проходят трамвайные, троллейбусные и автобусные маршруты или существует угроза затопления метрополитена. К первоочередным выездам следует также отнести выезды на места затопления жилых строений и складских помещений, промышленных предприятий, в связи с чем возможны обрушения и обвалы различных сооружений, что может привести к человеческим жертвам. Аварийная бригада выезжает на место работ, оснащенная техническими средствами, необходимыми для ликвидации аварии. На месте работ устанавливаются причины аварии, и намечается конкретный план борьбы с затоплением. При больших наводнениях на место аварии выезжает несколько пожарных машин для перекачки воды в водосточную сеть или в открытые кюветы.

Затопление городских проездов ливневыми водами нарушает движение городского транспорта. Поэтому от оперативности и хорошей организации работ аварийной службы по устранению затоплений зависит восстановление нормального движения городского транспорта и пешеходов. Однако не всегда выездные бригады решают эти задачи успешно. Очень часто во время аварии наземные ориентиры закрыты слоем воды, что создает трудности при отыскании дождеприемных решеток, засорение которых нередко служит основной причиной затоплений. Для определения их местоположения требуется время, которое удлинит срок ликвидации аварии. Во избежание подобных случаев инженерно-технический персонал аварийной службы обязан изучить техническую документацию и расположение сооружений водосточной сети в натуре путем выездов совместно с аварийными бригадами на те объекты, где, по многолетним наблюдениям, наиболее вероятны случаи затопления городских проездов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Загрязнения водосточной сети, состав их.
2. Основные показатели поверхностного стока населенных пунктов.
3. Очистка городской водосточной сети.
4. Утепление дождеприемных колодцев.
5. Организация снегосплава.
6. Прогрев водосточной сети.
7. Пропуск весенних паводковых вод через водосточную сеть.
8. Летнее содержание водосточной сети.
9. Пропуск ливневых вод через водосточную сеть.
10. Задачи службы эксплуатации водосточной канализационной сети.
11. Организация аварийно-диспетчерской службы при эксплуатации водосточной сети.
12. Ликвидация аварий на водосточной сети.
13. Борьба с затоплением города ливневыми стоками.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. Засорение водоотводящей сети происходит вследствие:
А. Смыва дождевыми и паводковыми водами твердого стока.
Б. Смыва загрязнений с производственных предприятий.
В. Эрозии грунтов.
Г. Сплавления снега.
2. Основные показатели поверхностного стока по взвешенным веществам:
А. 0,15 мг/дм³.
Б. 0,4 мг/дм³.
В. 0,6 мг/дм³.
Г. 100 мг/дм³.
3. Очистка дождеприемного колодца производится в следующие сроки:
А. 1 раз в год. Б. 3 раза в год. В. 5 раз в год.
4. Максимальное заполнение отложениями дождеприемного колодца:
А. 20 % его объема. Б. 50 % его объема. В. 70 % его объема.
5. Применение поливочных машин для очистки дождеприемных колодцев целесообразно, если накопление его осадками не превышает:
А. 0,1 м³. Б. 0,3 м³. В. 0,5 м³.
6. Снегосплав разрешается по водоотводящим трубам при скорости движения сточной воды не менее:
А. 0,3 м/с. Б. 0,5 м/с. В. 1 м/с.

7. Оголовки водоотводящей сети размещаются над уровнем ледяного покрова не меньше:

А. 0,7 м.

Б. 1,0 м.

В. 1,25 м.

8. Для предотвращения промерзания водоотводящей сети производят утепление крышек камер:

А. Мешковиной.

Б. Опилками.

В. Устройством металлического настила.

12 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Все работы в канализационных сетях необходимо выполнять с соблюдением Правил техники безопасности при эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест. При этом следует учитывать ряд вопросов, от правильного и своевременного решения которых зависит безопасность эксплуатации канализационных сетей. Основные требования к устройству, ремонту и эксплуатации канализационной сети изложены ниже.

Требования к устройству канализационной сети

Вопросы размещения трассы уличных сетей канализации, определение расстояния их до зданий, материал труб и другие вопросы решает проектная организация при составлении технической документации и согласовании проекта с заинтересованными организациями.

Диаметр круглого смотрового колодца в рабочей его части должен быть не менее 1 м. При прямоугольной форме колодца длина стороны прямоугольника должна быть не менее 1 м.

Каждый колодец должен быть снабжен скобами из стали толщиной 22–25 мм (концы скоб должны быть разведены). Допускается ставить чугунные скобы из колкого чугуна. Ширина скоб должна быть 180–200 мм, а вылет ее от стены не менее 130 мм в свету. Скобы должны быть поставлены на боковой (по направлению течения) стенке колодца. Их следует располагать в шахматном порядке на расстоянии одна от другой не более 350 мм по высоте и 300 мм по горизонтали (между центрами скоб).

В канализационных колодцах на коллекторах диаметром 600 мм и выше следует устанавливать скобы дополнительно:

а) по периметру стенок на высоте 1400 мм над потолками лотков на расстоянии 400–500 мм друг от друга для перехвата при переходе с полки на полку;

б) над ступенями для спуска в лоток и на высоте 1500 мм от низа лотка под устьями всех труб диаметром до 500 мм для постановки блоков при прочистке.

Горловины канализационных колодцев должны быть поставлены по оси над выходящей из колодца трубой.

В перепадных канализационных колодцах с открытыми перепадами перед выходящей трубой нужно предусмотреть переходные мостки шириной не менее 0,5–0,6 м с перилами высотой не менее 1,2 м.

Борта лотков в колодцах должны иметь уклон к лотку 0,02.

Канализационные камеры должны быть оборудованы надежной лестницей для спуска. Лестницу можно заменить такими же скобами, как и в колодцах. Поверхность металлических лестниц должна быть рифленой.

Канализационные камеры должны быть оборудованы постоянно действующей естественной вентиляцией.

Требования к технике безопасности и к организации работ на канализационной сети

Для выполнения эксплуатационных работ на канализационной сети создаются эксплуатационные и ремонтно-аварийные бригады в количестве, обусловленном объемом эксплуатационных работ, но не менее трех человек.

Рабочие при выезде на сеть должны быть снабжены сухой спецодеждой, для чего необходимо организовать своевременную сушку ее или иметь достаточный запас для смены.

Бригада рабочих должна быть снабжена проверенной аптечкой с набором следующих обязательных медикаментов: гигроскопической ваты, марлевых бинтов различной ширины, компрессной клеенки или пергаментной бумаги, йода, коллодия, марганцовокислого калия, перекиси водорода, стрептоцидовой эмульсии, нашатырного спирта, резинового жгута и двух дощечек длиной 0,5 м для шин.

Бригада рабочих должна иметь весь необходимый для работы исправный инструмент и оборудование, предохранительные сигналы и устройства, исправные защитные приспособления в соответствии с видом выполняемых работ.

Запрещается производить работы при неисправных инструментах и оборудовании.

Администрация обязана систематически контролировать состояние находящихся у рабочих закатных приспособлений, инструмента и оборудования и своевременно заменять износившееся приспособления и инструмент.

Места производства работ в условиях уличного движения необходимо оградить согласно «Инструкции по ограждению мест производства работ в условиях уличного движения».

Открывать крышки колодцев и камер следует крючком и ломом. Запрещается открывать крышки руками. Снятую крышку следует укладывать от колодца по направлению движения транспорта.

При наружном (поверхностном) осмотре сети в состав звена должны входить два человека – бригадир (старший рабочий) и подсобный рабочий. При наружном осмотре сети рабочим запрещается спускаться в колодцы.

При техническом (глубоком) осмотре канализационной сети состав бригады должен назначаться из трех человек – бригадира и двух рабочих.

Осмотр специальных колодцев (на дюкерах, с переключениями и т. п.), а также на напорных трубопроводах сети должна выполнять бригада в составе трех-четырех человек во главе с бригадиром. Ответственность за техническую безопасность работы бригады на месте несут бригадир и мастер или техник, руководящие работой бригады.

При расположении колодца вблизи трамвайных путей запрещается складировать инвентарь ближе 2 м от путей.

Для освещения места производства работ (при недостаточном уличном освещении) бригада рабочих должна быть снабжена переносными лампами и трансформаторами к ним с вторичным напряжением не выше 36 В.

Переносные лампы можно заменить подвесной наружной арматурой, присоединенной к уличной осветительной сети, при условии подвески ее на высоте не менее 2,5 м над поверхностью земли и выполнения проводки в соответствии с действующими правилами.

Для обеспечения надлежащей эксплуатации канализационного хозяйства служба сети должна иметь исполнительные чертежи всех канализационных сетей и сооружений по улицам и проездам с указанием всех технических данных (материала и размеров трубопроводов, колодцев и камер, глубин заложения, категории грунтов, арматуры в колодцах и камерах и т. д.) с привязками к зданиям или опорным пунктам. Кроме того, должны быть приведены особые данные о наличии загазованности колодцев и камер, засорах, возникновении осадочных явлений, появлении опасных примесей в сточных водах. Эти данные должны систематически изучать эксплуатационные и аварийно-ремонтные бригады.

Требования к технике безопасности эксплуатации канализационных коллекторов, колодцев и камер

При наружном (поверхностном) осмотре канализационных сетей работы производят без спуска в колодцы и камеры. Все работы при наружном осмотре выполняют с поверхности: наличие и прочность скоб проверяют шестом или складной рейкой, наличие газов – по запахам. Величину заполнения и наличие засоров также определяют с поверхности. В оснащение бригады, состоящей из двух человек, входят приспособления для очистки верха колодцев совок, ведро, газоанализатор, предохранительные пояса, вентилятор, бензиновая лампа ЛБВК, аптечка. Бригада должна строго выполнять требования о запрещении спуска в колодцы и камеры.

В зимнее время во избежание несчастных случаев площадку вокруг колодца очищают, скалывают лед и посыпают песком.

При техническом глубоком осмотре рабочие спускаются в колодцы и камеры. В бригаде должно иметься необходимое оснащение и защитные приспособления.

Профилактическую прочистку канализационной сети должна произвести бригада в составе бригадира и 3–5 рабочих (в зависимости от размеров сечения трубопроводов, интенсивности движения на проездах и применения стендеров для промывки водопроводной водой). В случае необходимости (при значительном количестве осадка) состав бригады нужно увеличить.

При прочистке сети шарами и другими приспособлениями следует использовать лебедки. Производить прочистку шарами с помощью бечевы вручную не рекомендуется.

При прочистке засоров с большим подпором на сети необходимо принимать меры к предотвращению быстрого заполнения колодца с работающими в нем рабочими. Для этого в верхнем колодце устанавливают пробку.

Перед проверкой сети, связанной с техническим осмотром проходимого канализационного коллектора, следует провести предварительную подготовку, обеспечивающую безопасную работу. За 6–8 ч до начала работы канал освобождают от сточной жидкости, открывают крышки смотровых колодцев для проветривания канала, ставят у колодцев дежурных.

В состав бригады по осмотру проходимого канализационного канала должны входить два ответственных работника службы эксплуатации (главный инженер, начальник службы сети, сменный инженер). Бригада должна быть разделена на две группы. Одна группа в количестве не менее трех человек во главе со старшим специалистом проходит по каналу. Вторая группа в количестве не менее четырех человек во главе с другим старшим специалистом должна находиться на поверхности и следить за продвижением первой группы. Вторая группа бензиновыми лампами типа ЛБШ проверяет наличие газа в колодцах и в случае необходимости оказывает помощь группе, находящейся в канале. У каждого проходящего по каналу должны иметься аккумуляторный фонарь и кислородный изолирующий противогаз КИП.

К работе, связанной со спуском в канализационный колодец, допускается бригада в составе не менее трех человек: один для работы в колодце, второй для работы на поверхности и третий специально для наблюдения и оказания в случае необходимости помощи работающему в колодце. Запрещается отвлекать на другие работы наблюдающего рабочего до тех пор, пока работающий в колодце выйдет на поверхность.

Из состава бригады выделяют ответственное лицо (бригадира).

У бригады, выполняющей работы в колодцах, камерах и коллекторах, должны быть следующие предохранительные и защитные приспособления:

- предохранительный пояс (для каналов 3–5 поясов) с веревкой, проверенной на разрыв при нагрузке 200 кг. Длина веревки должна быть на 2 м больше глубины колодца;

- изолирующий противогаз (для каналов 2 противогаза) со шлангом длиной на 2 м больше глубины колодца, но общей длиной не более 12 м. Категорически запрещено заменять изолирующий противогаз фильтрующим;

- две бензиновые лампы ЛБВК;

- аккумуляторный фонарь (для каналов 2–3 фонаря) напряжением не выше 36 В. Запрещается заменять аккумуляторный фонарь источником света с открытым огнем;

- ручной вентилятор;

- оградительные переносные знаки установленного образца;

- крючки и ломы для открывания крышек колодцев.

Не допускается работать у колодцев, камер, коллекторов без постановки ограждений и дорожных знаков.

Назначить бригаду на работу в колодцах и камерах, люки которых расположены между железнодорожными или трамвайными путями, разрешается лишь при условии предварительного согласования с организациями, ведающими эксплуатацией путей, за исключением аварийных случаев на сети, магистралях и водопроводах, когда организацию, в ведении которой находятся пути, извещают через диспетчера.

Перед спуском рабочего в колодец или камеру тщательно проверяют наличие в них газов опусканием исправной зажженной бензиновой лампы ЛБВК. При наличии сероводорода и метана пламя уменьшается, при парах бензина и эфира – увеличивается, при наличии углекислот – гаснет. Обнаруженные газы удаляют, а затем вторично проверяют, полностью ли удален газ. Категорически запрещается производить первичную или вторичную проверку наличия газа по запаху или опусканием в колодец или камеру горящих предметов.

Категорически запрещается курить около открытого колодца, зажигать спички, а также пользоваться огнем, как в самом колодце, так и над открытым люком.

Для удаления газа следует применять:

- а) естественное проветривание, открывая на более или менее продолжительное время (кроме рабочего колодца) крышки соседних, выше-, ниже- лежащих смотровых колодцев на самотечной канализационной линии или рабочего колодца на водопроводной сети;

б) нагнетание воздуха ручным вентилятором или воздуходувками, установленными на спецмашинах АВМ-2 и РВМ-2;

в) заполнение водой из находящегося в водопроводном колодце пожарного гидранта с последующей откачкой.

Категорически запрещается удалять газ выжиганием.

Независимо от результатов проверки запрещается рабочему спускаться в колодец или камеру и работать в нем без предохранительного пояса и горячей бензиновой лампы ЛБВК.

Если газ из колодца или камеры нельзя полностью удалить, спускать рабочего в колодец разрешается только в изолирующем противогазе со шлангом марки ПШ-1 или ПШ-2, выходящим на поверхность (на 2 м в сторону от лаза). Наблюдать в этом случае за рабочим в колодце и за шлангом должен бригадир или мастер. Работать в колодце рабочему в маске с выкидным шлангом разрешается без перерыва не более 10 мин.

Запрещается поручать рабочим выполнять в неочищенном от газа колодце какие-либо операции, которые могут вызвать образование искр.

Работы в коллекторах должна выполнять бригада, состоящая из пяти рабочих: один рабочий в коллекторе, по одному наблюдающему в колодцах, между которыми он находится, и по одному рабочему на поверхности этих колодцев для поддержания связи с рабочим, находящимся в коллекторе, и оказания в случае необходимости помощи.

Наблюдатели в колодцах должны быть снабжены изолирующими противогазами со шлангами, рабочий в коллектор – кислородным изолирующим противогазом, аккумуляторным фонарем напряжением 12 В и бензиновой лампой ЛБВК.

Каждый рабочий должен быть обучен обращению с кислородным изолирующим противогазом КИП и должен уметь проверять исправность отдельных его частей. Результаты обучения следует оформлять документами.

Бензиновую лампу ЛБВК до выдачи ее рабочему необходимо проверить и опломбировать. В случае затухания лампы или ее повреждения рабочий должен прекратить работу и немедленно подняться на поверхность. Категорически запрещается зажигать потухшую лампу в колодце.

Уход за бензиновыми лампами и аппаратом для продувки, а также эксплуатация их должны осуществляться в соответствии с инструкцией завода-изготовителя и водопроводно-канализационного предприятия.

Запрещается находиться внутри колодцев, если при работе с лебедками невозможно отойти в сторону от поднимаемого груза.

Категорически запрещается направлять стальной канат на барабан лебедки руками. Для этого применяют крюк для открывания люков колодцев.

Шестерни лебедки должны быть закрыты специальным кожухом. При разматывании стального каната на барабане лебедки должно оставаться не менее четырех его витков.

Запрещается персоналу работать без рукавиц и спецодежды при прямом соприкосновении со сточными водами или осадками.

При приеме производственных сточных вод в канализацию следует выполнять следующие требования:

- производственные сточные воды не должны содержать горючих примесей (бензина, нефти и т. п.), а также веществ, которые могут образовывать в канализационных сетях и сооружениях взрывоопасные смеси;

- производственные сточные воды, которые могут содержать опасные бактериальные загрязнения, а также радиоактивные и токсические вещества (в зависимости от их концентрации), перед спуском в канализационную сеть должны быть обеззаражены и обезврежены;

- не допускается объединять в канализационных сетях стоки, при смешении которых получают эмульсии и происходят химические реакции с выделением ядовитых или взрывоопасных газов;

- нечистоты из выгребов, поступающие в сливные станции, должны быть разбавлены водой в 1–1,5 раза для пневматических цистерн и в 3 раза для Гужевого транспорта.

Сброс от сливных станций должен поступать в сеть не ближе 200 м от насосных станций, чтобы обеспечить смешение и дегазацию нечистот.

Условия приема загрязненных сточных вод в сети канализации и степень их предварительной очистки от отдельных предприятий должны быть установлены органами местных Советов и Государственного санитарного надзора в соответствии с действующими правилами.

Периодически следует производить контроль состава стоков и радиометрический контроль.

Требования к технике безопасности по ремонтным работам на канализационной сети

При производстве ремонтно-строительных работ руководствуются действующими «Правилами техники безопасности при ремонте и эксплуатации жилых домов» и правилами по строительным работам.

При раскопке поврежденных канализационных трубопроводов в условиях уличного движения, а также при работе в колодцах на указанных трубопроводах, в целях защиты от наезда транспорта и обеспечения безопасности пешеходов и работающих на трассе, места производства работ следует ограждать в строгом соответствии с «Инструкцией по ограждению

мест производства работ в условиях уличного движения». Согласно этой инструкции для ограждения мест производства работ необходимо применять:

- штакетный барьер высотой 1,1 м, окрашенный в белый и красный цвета параллельными горизонтальными полосами шириной по 0,13 м;

- сплошные щиты высотой 1,2 м, шириной 1,5 м, окрашенные в желтый цвет с красной каймой по контуру щита шириной 0,12 м;

- дорожные специальные переносные знаки:

- а) запрещающий «Въезд запрещен»;

- б) предписывающие «Движение только направо», «Объезд препятствия слева», «Движение только прямо»;

- в) предупреждающие «Ремонтные работы», «Сужение дороги».

Высота стоек дорожных сигнальных переносных знаков 1,5 м. Рисунки барьера, щита и знаков приведены в указанной выше инструкции.

В темное время суток на стойке сигнального знака следует вывешивать фонарь с линзой красного цвета. Мощность источника фонаря не менее 1,6 Вт.

На щите ограждения в центре должны быть указаны наименование учреждения или предприятия, производящего работу, и номер его телефона.

Порядок ограждения производства работ и расстановки сигнальных знаков должен быть следующим:

- а) при необходимости введения ограничений в движение транспорта (организация одностороннего движения или полное закрытие улицы) органами милиции определяют условия на производство работ и дают разрешение на установку перед барьером или щитами (навстречу направления движения) дорожных сигнальных знаков;

- б) в темное время суток на штакетных и щитовых ограждениях следует дополнительно вывешивать габаритные красные фонари, располагаемые по краям ограждений в верхней их части. Мощность источника света габаритного фонаря не менее 3 Вт;

- в) размеры ограждаемого участка продолжительных работ в каждом отдельном случае определяют органы милиции;

- г) ограждение устанавливают на расстоянии 2 м от места разрытия грунта со всех сторон с обязательным устройством с въездной и выездной сторон земляной подушки за счет выброшенного грунта высотой не менее 0,5 м и длиной по всей ширине разрытой части;

- д) при производстве работ на перекрестках улиц места производства работ необходимо ограждать с каждой стороны движения транспорта.

В случае необходимости временного хранения на месте производства работ строительных материалов количество их не должно превышать действительно требуемого объема. Все завозимые материалы следует укладывать в

определенном порядке, предусматривая необходимые проходы и проезды. Расстояние от штабеля материалов до бровки траншеи зависит от веса материалов и устойчивости грунта, но не должно быть менее 1 м.

Работы на трассах канализационных трубопроводов и проезжих местах населенных пунктов делятся на продолжительные и кратковременные. Продолжительными считаются работы продолжительностью свыше одних суток, кратковременными – менее суток.

При раскопках траншей и котлованов необходимо обязательно применять щиты и барьеры.

При кратковременных работах в колодцах на канализационных трубопроводах обычно ограничиваются ограждением мест работы переносными сигнальными знаками.

В вечернее время и ночное дополнительно на стойку знака вывешивают световой сигнал (фонарь) красного цвета.

При ремонтных работах вблизи трамвайных путей помимо ограждений должны быть выставлены сигналы с надписью «Тихий ход».

Перед началом разрытий руководитель работ должен вызвать представителей организаций, ведающих эксплуатацией подземных сооружений на участке разрытия. Категорически запрещается во избежание несчастных случаев приступать к земляным работам без представителя электрокабельной сети.

Булыжную, клинкерную или брусчатую мостовую при раскопке канавы следует вскрыть шире траншеи не менее чем на 0,3 м с каждой стороны.

Крепление стен траншей и котлованов нужно производить в соответствии с требованиями, приведенными в главе XI «Правил техники безопасности при ремонте и эксплуатации жилых домов».

Спускать вручную в траншею или колодец трубы или фасонные части можно только весом до 80 кг на цепях или пеньковом канате, испытанном на двойной груз и не имеющем связок, узлов, надрывов и т. д. При этом на каждого из рабочих, участвующих в опускании груза, должно приходиться в среднем не более 50 кг.

Части труб весом свыше 80 кг необходимо спускать в траншею только на блоках, установленных на козлах или треногах или кранами и другими подъемными механизмами.

Во время спуска труб или фасонных частей рабочие, находящиеся в траншее, обязаны отойти в сторону от спускаемого груза.

Для погрузки на автомобили труб или фасонных частей весом свыше 80 кг следует использовать автокраны, треноги, козлы, блоки и другие приспособления.

Опускать в котлован бетонные кольца необходимо в присутствии мастера при помощи специально устроенных козел или треноги и подвешенного к ним блока. При опускании бетонных колец никто из рабочих не должен находиться в котловане. Опушенное в котлован кольцо устанавливают на место при поддержке блока.

Керамические трубы в траншею спускают вручную веревкой толщиной 25 мм, на одном конце которой затягивают мертвой петлей отрезок бруска сечением 5–6 см и длиной, равной двум диаметрам трубы.

Перед опусканием в траншеи и котлованы материала или инструмента стоящий сверху рабочий (подающий) должен подать сигнал окриком и опускать его только по получении обратного сигнала снизу (от принимающего материал).

Стоящий внизу рабочий обязан отойти в сторону от опускаемого материала и подойти для приема его только тогда, когда материал будет уже на дне траншеи.

Асфальтобитумную мастику следует приготавливать в передвижных котлах, в которые загружают всю порцию асфальта и половину битума. Оставшуюся часть битума добавляют в котел после того, как разогреется до разжиженного состояния ранее загруженная смесь.

При варке и переносе во время дождя мастику нужно защищать от попадания воды.

Опускать в траншею ведра с горячей мастикой следует на прочном тросе или канате. Мастику к стыку переносят в ведре с литником. Количество мастики в ведре не должно быть больше, чем нужно для заливки стыка. При этом ведро пополняют смесью не более чем на 2/3 его объема. Находящиеся в траншее рабочие должны отходить в сторону от опускаемого ведра с горячей мастикой.

Во избежание ожогов парами и брызгами горячей мастики, появляющимися при соединении ее с холодными стенками труб и сырой глиной, рабочие должны быть снабжены рукавицами, брезентовыми комбинезонами и предохранительными очками.

При случайном обнаружении в местах копки траншеи каких-либо труб или электрических кабелей работы необходимо приостановить и немедленно сообщить техническому персоналу для принятия срочных мер.

При обнаружении в траншее газа рабочим необходимо немедленно выйти из нее и сообщить об этом производителю работ. В дальнейшем работы ведут с особой осторожностью (как газоопасные).

При пересечении траншеи с проезжей частью улицы работать в траншее нужно под мостиком с обязательной установкой с обеих сторон знака «Тихий

ход». Мостики должны быть рассчитаны на нагрузку проезжавшего транспорта соответственно с действующими нормативами.

Перед засыпкой траншей и котлованов необходимо убедиться, что в них никто не находится.

Вытаскиваемые из траншей и котлованов камни, бревна и прочие громоздкие предметы должны быть завязаны веревкой мертвым узлом. Толщина веревки зависит от веса вытаскиваемого предмета и должна иметь соответствующий запас прочности.

Монтаж установки по хлорированию сточной воды жидким хлором должны выполнять высококвалифицированные слесари под руководством специалиста, ответственного за работу хлораторных устройств. До начала монтажа оборудование необходимо тщательно осмотреть и проверить. По окончании монтажа следует проверить герметичность всех соединений и частей установки под давлением хлоргаза.

Хлоропровод и баллоны должны быть защищены от солнечных лучей и от любой возможности повышения температуры более 40 °С, поскольку из-за высокого коэффициента объемного расширения жидкого хлора возникает опасность разрыва баллонов. Запрещается обогрев баллонов открытым огнем (паяльными лампами и др.), а также курение на месте работ.

К обслуживанию установки по хлорированию допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование и хорошо усвоившие правила эксплуатации и безопасной работы хлораторных установок. Работники, обслуживающие установку, и дежурные у воздушных стояков должны иметь при себе противогазы марки «В» и надевать их при выполнении работ в случае утечки газа. Опробование и смену баллонов необходимо производить в противогазах и резиновых перчатках.

В месте размещения установки должны храниться защитные средства, а также до 10 л гипосульфита и соды, тряпки для наложения в местах нарушения плотности соединений. При обнаружении утечки хлора из баллона место утечки поливают водой, в результате чего там образуется обледенение и утечка прекращается.

Не допускается оставлять установку и воздушные стояки на трубопроводные сети без охраны (например, во время обеденного перерыва).

Установку и смену баллонов следует производить подъемными приспособлениями, которые соответствуют массе и габаритным размерам баллонов.

Особую осторожность необходимо соблюдать при перевозке баллонов: их нельзя ударять один о другой, ронять на землю или подвергать случайным ударам; на небольшие расстояния баллоны следует перевозить на одноосной тележке; на дальние – лишь на рессорном транспорте. Для предохранения

от ударов при перевозке баллоны укладывают на деревянные бруски с вырезанными гнездами – вентилями в одну сторону, которые в солнечную погоду закрывают брезентом (для предохранения от нагрева).

Условия хранения хлора должны отвечать требованиям действующих Санитарных правил проектирования, оборудования и содержания складов для хранения сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ).

Неисправные баллоны немедленно удаляют. Для их обезвреживания на площадке работ готовят емкость глубиной 2 м, диаметром 1,5 м, наполненную раствором извести и имеющую подводку воды. Емкость должна иметь водонепроницаемые стенки и дно, а также размещаться не ближе 10 м от места работ.

На площадке организации хлорирования сооружений или сети должны быть размещены шкафы для хранения спецодежды и противогазов (по одному на каждого обслуживающего установку), а также аптечка с медикаментами для оказания экстренной помощи.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Государственная приемочная комиссия, состав ее.
2. Обязанности государственной приемочной комиссии.
3. Основные документы, предъявляемые заказчиком в государственную приемочную комиссию.
4. Особенности приемки в эксплуатацию водоотводящих коллекторов.
5. Основные требования приемки правил техники безопасности к устройству водоотводящих сетей.
6. Требования к технике безопасности и эксплуатации водоотводящей сети и канализационных коллекторов.
7. Правила техники безопасности к ремонтным работам на канализационной сети.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. При выполнении работ в канализационных коллекторах должна быть выполнена проверка:
 - А. Отсутствие наплывов и раковин в монолитной бетонной отделке.
 - Б. Качество уложенного в конструкции бетона (по наружному осмотру).
 - В. Наличие вентиляционных устройств.

2. Не допускается эксплуатация насосной станции перекачки сточных вод при отсутствии:

А. Аварийного выпуска или запорного устройства на подводящем коллекторе.

Б. Дренажных насосов для удаления грунтовых вод.

В. Подъемно-транспортного оборудования.

3. Ремонтные бригады должны быть оснащены переносными лампами с напряжением не выше:

А. 12 В.

Б. 24 В.

В. 36 В.

4. Для удаления газа из водоотводящей сети следует применять:

А. Естественное проветривание.

Б. Нагнетание воздуха ручным вентилятором.

В. Удаление газа сжиганием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гончаренко Д. Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения : монография / Д. Ф. Гончаренко. – Харьков : Консум, 2008. – 400 с.
2. Абрамович И. А. Новая стратегия проектирования и реконструкции систем транспортирования сточных вод / И. А. Абрамович. – Харьков : Основа, 1996. – 316 с.
3. Бабушкин В. И. Процессы коррозии арматуры в железобетоне / Строительные материалы, детали и изделия. – Вып. 1. – 1965. – С. 162–174.
4. Коринько И. В. Научное обоснование и разработка организационно-технологических решений, повышающих эксплуатационную долговечность систем водоотведения : дис. ... д-ра техн. наук. – Харьков : ХГУТСа, 2003. – 415 с.
5. Орлов В. А. Разработка стратегии восстановления городских водоотводящих сетей / В. А. Орлов, В. А. Харькин // РОСТ. – 2001. – № 3. – С. 20–27.
6. Орлов В. О. Обладнання та експлуатація систем водопостачання і водовідведення : навч. посібник / В. О. Орлов, Л. Л. Литвиненко, О. М. Квартенко. – Рівне : НУВГП, 2011. – 288 с.
7. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
8. Сорокіна К. Б. Технологія переробки та утилізації осадів: навч. посібник / К. Б. Сорокіна, С. Б. Козловська; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2012. – 226 с.
9. Положення про проведення планово-попереджувальних ремонтів на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства України / Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 1997. – 67 с.
10. Душкин С. С. Эксплуатация сетей водоснабжения и водоотведения : учеб. пособие / С. С. Душкин, И. О. Краев. – Киев : ІСДОУ, 1993. – 164 с.
11. Абрамов Н. Н. Надежность систем водоснабжения / Н. Н. Абрамов. – М. : Стройиздат, 1984. – 217 с.
12. Дмитриев В. Д. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения / В. Д. Дмитриев, Д. А. Коровин, А. И. Кораблев. – Л. : Стройиздат, 1988. – 191 с.
13. Данилов Д. Т. Эксплуатация канализационной сети / Д. Т. Данилов. – М. : Стройиздат, 1985. – 112 с.

14. Дрозд Г. Я. Повышение эксплуатационной надежности экологической безопасности канализационных сетей : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.04 – Водоснабжение, канализация / Г. Я. Дрозд. – Макеевка : ДГАСА, 1997. – 32 с.
15. Найманов А. Я. Основы надежности инженерных систем коммунального хозяйства / А. Я. Найманов, Н. Г. Насонкина, В. Н. Маслак, Н. И. Зотов. – Донецк : ИЭП НАН Украины, 2001. – 152 с.
16. Хоружий П. Д. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации : справочник / П. Д. Хоружий, А. А. Ткачук и др. – Киев : Будівельник, 1993. – 232 с.
17. Найманов А. Я. Защита от коррозии систем коммунального хозяйства / А. Я. Найманов, В. Н. Маслак, Н. И. Зотов. – Донецк : ИЭП НАН Украины, 2001. – 80 с.
18. Правила техники безопасности при эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест. – М. : Стройиздат, 1979. – 152 с.
19. Коваленко О. М. Дослідження та розробка технології відновлення конструкцій залізобетонних каналізаційних трубопроводів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 – Технологія промислового та цивільного будівництва / О. М. Коваленко. – Харків, 1997. – 18 с.
20. Василенко О. А. Водовідведення та очистка стічних вод міста : навч. посібник / О. А. Василенко, С. М. Епоян та ін. – Київ ; Харків : КНУБА : ХНУБА : ТО «Ексклюзив», 2012. – 540 с.
21. Ткачук О. А. Міські інженерні мережі : навч. посібник / О. А. Ткачук. – Рівне : НУВГП, 2015. – 412 с.
22. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 207 с.
23. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України. – Київ : Мінжитлокомунгосп України, 2008. – 148 с.
24. ДБН В.1.1-25-2009. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 30 с.
25. Ткачук О. А. Системи подачі та розподілення води населених пунктів : навч. посібник / О. А. Ткачук, В. П. Косінов, О. С. Новицька. – Рівне : НУВГП, 2011. – 273 с.
26. Насосні та повітродувні станції : навч. посібник / Т. О. Шевченко, Ю. В. Ярошенко, М. М. Яковенко, В. М. Беляєва ; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2014. – 191 с.

27. Эксплуатация систем канализации / В. П. Рудник, П. И. Петимко, В. Д. Семенюк, Ю. С. Сергеев. – Киев : Будівельник, 1984. – 128 с.
28. Душкин С. С. Водоподготовка и процессы микробиологии : учеб. пособие / С. С. Душкин, Л. И. Дегтярева. – Киев : Вища шк., 1996. – 164 с.
29. Саломеев В. П. Реконструкция инженерных систем и сооружений водото-
товедения : монография / В. П. Саломеев. – М. : Изд-во Ассоциации
строительных вузов, 2009. – 192 с.
30. Pekarova K. Prispever k problematice sirivodirove korose v Prazske Stokove
siti / K. Pekarova. – Sbornik "Technologie vody". – Praha, 1977. – P. 24–31.

Навчальне видання

ДУШКІН Станіслав Сергійович,
КОВАЛЕНКО Олександр Миколайович

ЕКСПЛУАТАЦІЯ МІСЬКИХ ВОДОВІДВІДНИХ МЕРЕЖ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

(Рос. мовою)

Під загальною редакцією доктора технічних наук, професора
ДУШКІНА Станіслава Станіславовича

Відповідальний за випуск *К. Б. Сорокіна*

Редактор *О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *Г. О. Павлова*

Дизайн обкладинки *Т. А. Лазуренко*

Підп. до друку 17.03.2017. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 8,7.

Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.